

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAKARYA NEHRİNİN TAŞIMIŞ OLDUĞU KATI
MADDE DEBİSİNİN TREND ANALİZİ YÖNTEMİYLE
TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÖKMEN ÇERİBAŞI

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : DOÇ. DR. İBRAHİM YÜKSEL

Haziran 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAKARYA NEHRİNİN TAŞIMIŞ OLDUĞU KATI
MADDE DEBİSİNİN TREND ANALİZİ YÖNTEMİYLE
TAHMİNİ

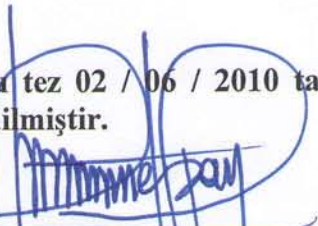
YÜKSEK LİSANS TEZİ


GÖKMEN ÇERİBAŞI

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Bu tez 02 / 06 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Ahmet C. APAY
Jüri Başkanı


Doç. Dr. İbrahim YÜKSEL
Üye


Yrd. Doç. Dr. Mehmet SANDALCI
Üye

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, bana sağladığı desteklerden dolayı danıőmanım Sayın Doç. Dr. İbrahim YÜKSEL'e, idari anlayıő ve desteklerinden dolayı Yapı Eğitimi Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ahmet Celal APAY'a, İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Lütfi SALTABAŐ'a, Yapı Eğitimi Bölümü Öğretim Üyelerine ve Öğretim Elemanlarına, alıőma azmini aldığım abim Elektrik - Elektronik Mühendisi Volkan Ferit ÇERİBAŞI'na ve ayrıca yüksek lisans aőamasının tamamında maddi manevi bütün desteklerinden dolayı aileme teőekkürlerimi sunarım.

Bu Yüksek Lisans Tez alıőması Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiőtir.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY	viii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanı, Sınırları ve Özellikleri.....	2
1.1.1. Ankara çayı	3
1.1.2. Porsuk çayı.....	3
1.1.3. Mudurnu çayı	3
BÖLÜM 2.	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Spearman'ın Rho Testi.....	14
3.2. Mann - Kendall Testi	15
3.3. Mann - Kendall Mertebe Korelasyon Testi.....	16
3.4. Sen'in T Testi.....	18
BÖLÜM 4.	
ÖRNEK ÇALIŞMA	20

4.1. EİE'den Alınan Debi Değerleri İle Modelleme Uygulanarak Sediment Miktarını Hesaplayan Bağıntının Tayin Edilmesi.....	20
4.2. Tezde Uygulanan Matematiksel Model Yöntemi ile Belirlenen Formülünün Bu konuda Çalışmış Bilim Adamalarının Formülleri İle Karşılaştırılması	22
4.3. Sakarya Nehrinin Taşımış Olduğu Katı Madde Debisinin Trend Analizi İle Değerlendirilmesi.....	24
4.3.1. Spearman'ın Rho testi	25
4.3.2. Mann - Kendall testi.....	26
4.3.3. Mann - Kendall mertebe korelasyon testi	28
4.3.4. Sen'in T testi	31
BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR	33
KAYNAKLAR	35
EKLER.....	39
ÖZGEÇMİŞ	84

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
DSİ	: Devlet Su İşleri
H_0	: Genellikle reddetmek için kurulan hipotez
H_1	: H_0 'a alternatif hipotez
X	: Gözlem serisi
r_s	: Spearman'ın Rho testi katsayısı
R_{xi}	: Gözlem sıra numarası
n	: Gözlem sayısı
Z	: Önem seviyesi standart normal değişkeni
α	: Önem seviyesi
t	: Test istatistiği
E(t)	: Ortalama
Var(t)	: Varyans
u(t)	: Mann - Kendall Mertebe Korelasyon testi sonucunda bulunan fonksiyon
i	: Yıllar
j	: Aylar
X_i	: Yıllar için ortalama
X_j	: Aylar için ortalama
m	: Mevsimsel zaman periyodu

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Sakarya Nehri'nin Sakarya il sınırları içinde kalan 159,5 km ² lik kısmı.....	4
Şekil 3.1.	Trend olması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	18
Şekil 3.2.	Trend olmaması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	18
Şekil 4.1.	Sakarya nehri katı madde debileri için $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	31

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1.	EİE 2001 - 2007 yılları arası debi ve konsantrasyon miktarları.....	20
Tablo 4.2.	Matematiksel modelleme sonuçları.....	21
Tablo 4.3.	Bilim Adamalarının yöntemlerine göre hesaplanan sediment miktarlarının karşılaştırılması.....	23
Tablo 4.4.	Sakarya Nehri debilerinin uygulanan yöntemin formülü kullanılarak çıkan toplam Sediment miktarları.....	24
Tablo 4.5.	Rxi değerleri.....	25
Tablo 4.6.	Mann - Kendall testi için P ve M değerleri.....	26
Tablo 4.7.	u(t) fonksiyonunun hesabı.....	28
Tablo 4.8.	u'(t) fonksiyonunun hesabı.....	29
Tablo 4.9.	Sen'in t testi katsayıları hesabı.....	31

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Sakarya Nehri, Sediment Taşınımı, Matematiksel Modelleme, İstatistiksel Yöntemler, Trend Analizi.

Bu tezde, Sakarya Nehrinin taşımış olduğu sediment miktarlarına trend analizi testleri uygulanarak değerlendirilmekte ve bunlar içerisinde, daha önce bu konuda yapılmış olan bilimsel çalışmalarda daha güçlü oldukları tespit edilmiş olan; parametrik olmayan Mann - Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Sen'in T testi olmak üzere üç değişik test uygulanmakta ve trend başlangıç yılını tespit etmek için ise, Mann - Kendall Mertebeli Korelasyon testi kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmada, azalan yönde trendler gözlenmiştir. Azalan yönde gözlenen bu trendlerin nedenlerinin tespit edilebilmesi için genelde iklim özellikleri, özelde ise Sakarya Nehri üzerindeki barajların etkileri incelenmiştir. İklimsel olarak, su kaynaklarının küresel ısınmadan etkilenebileceği düşüncesiyle gelecek 50 yıl içinde dünyanın bazı bölgelerindeki su kaynaklarının yetersiz kalabileceği tahin edilmektedir. Bu etkilenme neticesinde; Türkiye'de kişi başına düşecek su miktarındaki azalış oranının da yaklaşık %40 civarlarında, olabileceği tahmin edilmektedir. Türkiye'nin yarı kurak bir iklim kuşağında yer alması nedeniyle, iklim değişikliğinden giderek daha fazla etkilenebileceği kolayca anlaşılabilir.

Barajların etkisi olarak, Sakarya Nehri üzerinde yer alan barajlardan; Gökçekaya, Sarıyar ve Yenice barajlarının su toplama yılları ile trend başlangıç yılları arasında bir paralellik gözlenmiş ve azalan trendde önemli bir etkisi olabileceği sonucuna varılmıştır. Tezin sonunda ise bu konuda bazı çözüm ve öneriler sunulmaktadır.

ESTIMATION OF SEDIMENT DISCHARGE TRANSPORTED IN SAKARYA RIVER BY USING TREND ANALYSIS METHOD

SUMMARY

Keywords: Sakarya River, Sediment Transport, Mathematical Model, Statistical Methods, Trend Analysis.

In this thesis, some trend analysis methods have been applied for estimating of the sediment discharge in Sakarya River by using Mann - Kendall, Spearman Rho and Sen - T tests. The end of the thesis, in order to achieve the beginning of trend, Mann-Kendall test which is chosen the best one for this study is used.

When these tests were applied to the water and sediment discharges of the river, it is observed some negative trends in the river. In order to find out the reason of these negative trends, it has been investigated the effects of the dams established on the river. On the other hand it is thought that the climate change will be effective on the water resources in the future (in the next 50 years). Because of these effects it is estimated that the amount of water will be decrease about %40 per capita in the future.

In this thesis, it is observed that a parallel situation between the beginning of trend years for the Gokcekaya, Sariyar and Yenice Dams, constructed on the Sakarya River. It is thought that this situation may be effective of the negative trends for the river. The end of the thesis some solutions and proposals have been presented.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Gezegnimizin içerisinde bulunduğu güneş sistemi ve galakside başlıca ayrıcalığı canlı hayata sahip olmasıdır. Canlı hayatın var oluşu ve devamı için olmazsa olmaz olarak kabul edilen maddelerden birisi de sudur. Su, insan yaşamında ve tüm canlılarda kısacası tabiatta vazgeçilmez en önemli doğal kaynaklardan biridir. Dolayısı ile yeryüzünde bulunan su miktarı ve özellikleri de tabiatta önemli etkilere sahiptir. Nitekim nüfus ve yerleşimlerinin dağılışı ve ekonomik faaliyetlerde bu durumun etkisi açıkça görülmektedir. Ancak yeryüzündeki birçok kaynak gibi suda eşit olmayan bir şekilde dağılmıştır. Bazı alanlarda yeterli bazı alanlarda ise yetersizdir. Öte yandan yeryüzünde bulunan su büyük oranda (%97,5) okyanus ve denizler de bulunmakta olup tuzludur. Tatlı su kaynakları ise %2,5'lik bir orana sahip olup, akarsular, yer altı suları, buzullar ve bazı göller bulunmaktadır [1]. Buna karşılık su ihtiyacı ise su kaynakları arasındaki denge gün geçtikçe bozulmakta, kaynaklar üzerindeki nüfus baskısı da artmaktadır [2].

Özellikle büyük akarsular, tarımsal alanların sulanması, içme ve kullanma suyu temini ve elektrik enerjisi üretimi yönünden insan hayatına girmiş ve vazgeçilmez bir hayat kaynağı olmuştur [3]. Son yıllarda suyun tarım sektörü dışında sanayi başta olmak üzere, diğer hizmet sektörlerindeki kullanım alanı da giderek artmış ve bu nedenle suyun elde edilmesi, depolanması, kalitesinin iyileştirilmesi, korunması ve kullanım miktarlarının belirlenmesi gibi konular son zamanlarda önem kazanmıştır [4]. Son yıllarda; sanayi, teknoloji, tarım vs. sektörler gelişmekte, bununla beraber dünya nüfusu da hızla artmaya devam etmektedir. Dünya'da değişen durumlardan bir diğeri de iklim şartlarıdır. Günümüzde tüm canlılar küresel ısınma ve iklim değişikliğinin tehdidi altındadır. Ekosistemdeki yerel, bölgesel ve küresel değişimleri insanlığın geleceği için ciddi tehlikelere yol açmaktadır [5].

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yol açtığı en büyük problemlerden biri tatlı su kaynaklarının dağılımındaki bölgesel dengesizlikler ve bu kaynakların azalmaya başlamasıdır. Ayrıca artan nüfus dolayısı ile sosyo - ekonomik baskının ve su kirliliğinin fazlalaşması su kaynaklarının durumunu gittikçe kritiklestirmektedir. Yağışların azalmasının yanında sıcaklığın da artması küresel ısınmanın sonucudur.

Küresel iklim sistemleri içerisinde yer alan ve değişikliklerden etkilenen, ülkemizde yer alan akarsu havzalarında da küresel etkiler değişik sonuçlara yol açmaya başlamıştır [6]. Artan sıcaklıkların da etkisiyle yağışların ve dolayısı ile tatlı su kaynaklarının azalması tüm dünya gibi Türkiye için de önemli bir sorun oluşturmaktadır.

Akarsuların arz ettiği bu önemin kavranması ve değerlendirilmesi bakımından, akarsuların hidrolik ve hidrolojik özelliklerinin araştırılması ve değerlendirilmesi gerekmektedir [3]. Bu nedenle bu tezde, Türkiye'nin önemli tatlı su kaynaklarından biri olan Sakarya Nehri'nin aylık ve yıllık ortalama akım değerlerinin incelenmesi amaçlanmış ve elde edilen sonuçların değişen iklim şartlarında Sakarya Nehri'nin ortalama akım değerlerine ne ölçüde etki ettiği de vurgulanmaktadır ve gelecek yıllar için de bir takım bulunulmaktadır.

1.1. Çalışma Alanı, Sınırları ve Özellikleri

Sakarya nehri Türkiye'nin en uzun 3. Nehridir. Nehrin havzası 56.504 km²'lik yüz ölçümüyle ülkemiz topraklarının yaklaşık %7'sini kaplamaktadır. Nehrin uzunluğu 810 km. genişliği ise 60 - 150 m. Arasında değişmektedir. Sakarya nehri, Afyon'un kuzeydoğusunda Emir dağlarından, Bayat yaylasından Eskişehir arkasındaki Türkmen dağına doğru hafif bir yay çizerek uzanan yüksek kabarığı kuzey diplerinden doğar. Sakarya Nehrinin de Kızılırmak gibi belli bir başı yoktur. Bu yüksek kabarıktan ve diplerinden doğan birçok küçük çaylar, kaynak suları Sivrihisar meridyeni üzerinde toplanırlar ve Sakarya Nehri, artık tek bir yatak içerisinde teşekkül etmiş bulunur. Bununla birlikte birkaç büyük kaynak Sakarya Nehri'nin başı kabul edilir. Bunlardan biri Eskişehir'in Çifteler ilçesinin 5 km. kadar güneydoğusunda, birçok gözden çıkan kuvvetli sulardır. Bu sulara yörede Sakarbaşı

adı verilir. Bu su daha yukarılardan gelen Bardakçı ve Ilıca sularıyla birleşerek ileride Seyit Suyuna katılır [6]. Uzunluk itibari ile Seyit suyu Sakarya'nın esas başıdır [7]. Sakarya Nehri'nin başlıca büyük kolları Ankara çayı, Porsuk çayı ve Mudurnu çayıdır,

1.1.1. Ankara çayı

Ankara'nın içinden geçen başkentinin fabrika ve evsel atık yükünü çeken Ankara Çayı, İç Anadolu Bölgesi'nde Sakarya Nehrine dökülen 140 km. uzunluğunda bir akarsudur. Aydos dağlarından doğan Çubuk Çayı, İdris dağından doğarak Kayaş vadisinden geçen ve birçok derenin birleşimi olan Hatip Çayı ile birleşerek Ankara Çayı adını alır. Ankara Çayına, Elmadağ'dan ve Haymana yaylasından doğan Mogan ve Eymir göllerinin çıktısını da alan İncesu, sağdan Mürted ovasından geçen Ova Çayı ve solda Maliköy yakınında da Haymana suyu karışır. Daha sonra Ayaş ve Beypazarı ilçelerinden geçer ve Sakarya Nehrine karışır [8].

1.1.2. Porsuk çayı

Uzunluğu 326 km. olan bu su Murat dağı kabarığının kuzeydoğu yüzünden doğar. Eskişehir ovasından sonra, biraz daralmadan sonra bir oavadan diğerine yol alarak Kırın Harmanı mevkiinde Sakarya'ya kavuşur [6].

1.1.3. Mudurnu çayı

Aşağı Sakarya'da yer alan bu su oldukça geniş bir havzanın, dağlık ve bol yağış alan bir alanın sularını toplamaktadır [7]. Sakarya nehri üzerinde taşkınlardan korunmak, içme suyu sağlamak, sulama ve nehir sularından faydalanarak elektrik üretmek amacıyla birçok baraj inşa edilmiştir. İrili ufaklı bu su işletmelerinin sayısı toplam 26 civarındadır. Bunlardan Sarıyar, Göksu ve Porsuk barajları en önemlilerindedir. Porsuk barajı adından da anlaşılacağı gibi Porsuk çayı üzerinde yer almaktadır. Bu baraj 1972 yılında işletmeye alınmıştır. Gökçekaya barajı da Porsuk barajı ile aynı tarihte işletmeye alınmıştır [6].



Şekil 1. 1. Sakarya Nehri'nin, Sakarya il sınırları içinde kalan 159,5 km'lik kısmı.

BÖLÜM 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Berryman ve ark, su kalitesi değişkenlerinin trend analizinde; lineer trendler için 12 (Kendall, Spearman, Intrablock testler vb.), sıçrama trendleri için 7 (Medyan, Mann - Whitney, Kolmogorov - Smirnov vb.) ve çoklu sıçrama türü trendler için de 3 farklı parametrik olmayan test hakkında bilgi vermişlerdir [9]. Bu testler içerisinden, mevcut verilerin içsel bağımlılık ve mevsimsellik gibi yapısal özellikleri dikkate alınarak, en uygun olanının seçileceği ifade edilmiştir [10].

Arseni - Papadimitrio ve Maheras yaptıkları bir çalışmada Akdeniz kenarındaki dört yerleşim birimini (Kudüs, Atina, Roma ve Marsilya) seçmiş ve bu bölgede (120 yıldan daha uzun süreli sıcaklık verilerini kullanarak) sıcaklıktaki değişimleri belirleyebilmek için Mann - Kendall trend testini kullanmışlardır. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre Atina dışında sıcaklıklarda ısınmaya doğru gidişatin olduğu vurgulanmıştır. Sıcaklıkta değişim başlangıç tarihleri Roma'da 1893, Kudüs'te 1920, Marsilya'da 1942 yıllarıdır [11].

Toros, Mann - Kendall Mertebe Korelasyon testini iklimsel serilere uygulamıştır. Türkiye'yi temsilen seçilen 18 meteoroloji istasyonunda (Edirne, Zonguldak, Samsun, Göztepe, Ankara, Trabzon, Çanakkale, Kütahya, Sivas, Kars, İzmir, Elazığ, Konya, Adana, Diyarbakır, Şanlıurfa, Van, Antalya) alınan düşük ve yüksek sıcaklık ile yağış verileri incelenmiştir. Sonuçlara göre ilkbahar gece sıcaklıklarında belirgin bir trend bulunamazken gece ile gündüz sıcaklıklarındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırılınca, Türkiye genelinde özellikle gece sıcaklığında önemli artışların olduğu görülmüştür. Yağış verilerinde de trend bulunamamıştır ancak mevsimsel olarak toplam yağışlarda kış aylarında bir azalma, ilkbaharda ise artma eğilimi gözlenmiştir [12].

İçağa ve Harmancıoğlu, Yeşilirmak Havzası'nda 1979 - 1984 yılları arasındaki su kalitesi ölçümlerinin yapıldığı 10 istasyona Spearman'ın Rho testi, Mevsimsel Mann - Kendall testi, Mann - Whitney testi ve Kruskal - Wallis'h testini uygulamışlar ve anlamlı trendler belirlemişlerdir [13].

Zaman serilerindeki iç bağımlılık Mann - Kendall testi ile yapılan trend testini etkilemektedir. Bununla ilgili Von Storch ile Yue ve Wang yapmış oldukları çalışmalarda iç bağımlılığın etkisini gidermek için ön ayıklama (prewhitening) yöntemi üzerinde çalışmışlar ve bu etkiyi trend üzerinde herhangi bir değişme olmadan kaldırmayı başarmışlardır [14, 15].

Türkiye için yapılan trend analizi çalışmaları, çoğunlukla sıcaklık ve nadiren de yağış alanlarında odaklanmıştır. Türkeş ve ark., 1930 - 1992 yılları arasında Türkiye'deki her bir meteorolojik istasyon ve her bir coğrafi bölgenin uzun süreli ortalama sıcaklıklarındaki trendleri ve ani değişimleri belirlemek için parametrik olmayan çeşitli testler kullanmışlar ve bölgesel ortalama sıcaklık serilerini kullanarak iklimin doğu Anadolu'da ısınma, özellikle Marmara ve Akdeniz bölgelerinde ise soğuma eğiliminde olduğunu bulmuşlardır [16].

Türkeş, Türkiye'deki yıllık yağış verilerinin uzaysal ve zamansal karakteristiklerini açıkladığı çalışmasında, 91 istasyonun 1930 - 1993 periyodundaki aylık yağış toplamlarını kullanmıştır. Mann-Kendall testlerine göre alan ortalamalı yağış serilerinin çoğunda negatif test istatistiği bulunmuş ve %90 önem seviyesinde Karadeniz ve Akdeniz bölgelerindeki yağış anomalileri azalan trendler göstermişlerdir. Ayrıca bu çalışmada, önemli derecede azalan trendlerin çoğunun 20 - 25 yıl boyunca meydana gelen ani azalmaların sonucu olarak ortaya çıktığı da belirtilmiştir [17].

Kadioğlu, Türkiye'deki 18 meteorolojik istasyonda 1939 - 1989 yılları arasında ortalama yıllık sıcaklık kayıtlarının trendlerini incelemiş ve önemsiz artış trendleri bulmuştur. Ayrıca uzun süreli trendlerin varlığına karar vermek için Türkiye'deki yüzey hava sıcaklığı verilerinin yetersiz olduğu da belirtilmiştir [18]. Farklı olarak Tayanç ve ark., çoğunlukla Türkiye'nin kuzeyinde ortalama sıcaklıklarda istatistiksel

olarak önemli soğumalar ve geniş kentsel bölgelerdeki ortalama sıcaklıklarda belirli artışlar bulmuşlardır [19].

Kothyari ve ark., Hindistan'ın Ganga Havzası'na ait 3 istasyondaki yağış ve sıcaklık rejimlerinin değişimlerini belirlemek için muson yağışları, muson mevsimindeki yağmurlu gün sayıları ve yıllık maksimum sıcaklık verilerine Mann - Kendall testini uygulamışlardır. Analize göre yıllık maksimum sıcaklıklardaki artışın ve toplam muson yağışları ile muson mevsimindeki yağmurlu gün sayılarındaki azalmaların 1960 yılının ikinci yarısından sonra gerçekleştiği belirtilmiştir [20].

Kalaycı ve Kâhya, son yıllarda yüzey suyu kalitesinin trendlerini tespit etmek için bazı parametrik olmayan testler tasarlamıştır. Klasik parametrik testlerdeki normalite, lineerlik ve bağımsızlık gibi temel varsayımlar genellikle tipik yüzey suyu kalitesi verilerinde sağlanmamaktadır. Aynı zamanda su kalitesi trend analizinde istatistiksel testlerin uygulanması, eldeki zaman serisinin çoğunlukla eksik değerli ve kısıtlı verilerden oluşması yanı sıra kalite parametresinin akım debisi ile ilişkisi ve mevsimsellik gibi bazı problemlerden dolayı daha da karmaşık hale gelmektedir. Bu sebeplerden dolayı Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann - Kendall, Mevsimsel Kendall, Mann - Whitney ve Kruskal - Wallis'h gibi bazı parametrik olmayan testlerin kullanımlarının parametrik testlere göre daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Susurluk Havzası'nda 1970 - 1994 yılları arasında su kalitesi verilerinde lineer trend tespit edebilmek için seçilen 4 istasyona Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann - Kendall ve Mevsimsel Mann - Kendall testlerini uygulamışlardır. Debi ve sediment konsantrasyonunda azalan; su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, sodyum, potasyum, kalsiyum + magnezyum, bikarbonat ve klorit konsantrasyonlarında artan trend bulunmuştur. Karbonat, pH, sülfat organik madde ve bor konsantrasyonunda trend bulmuşlardır [21].

Moreas ve ark., Brezilya'nın güneydoğusundaki nehir havzasının 1947 - 1991 yılları arasındaki akım ve yağış kayıtlarına Mann - Kendall trend testini uygulamışlar ve havza genelindeki yağışlarda önemli artan trendler, 8 akım gözlem istasyonunun yarısında ise önemli azalan trendler bulmuşlardır [22].

Serrano ve ark., Iberian Peninsula'daki 40 istasyona ait 1921 - 1995 yılları arasındaki aylık ve yıllık toplam yağışlara Mann-Kendall testini uygulayarak trend olup olmadığını araştırmışlardır. Yıllık yağışlar için 34 istasyonda herhangi bir trend bulunamazken 5 istasyonda %95 önem seviyesinde azalan, sadece 1 istasyonda da artan trend tespit edilmiştir. Aylık toplam yağışların trendini belirlemek için her bir ayda incelenmiş ve sonuç olarak sadece mart ayı için 21 istasyonda azalan yönde trend tespit edilirken diğer aylar için herhangi bir trende rastlanmamıştır [23].

Yılmaz çalışmasında, Doğu Karadeniz havzasındaki iklim trendlerini ve olası etkilerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Oluşan değişimlerin belirlenebilmesi için havza genelinde Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ)'nin işlettiği 13 istasyonuna ait 13 toplam yağış, 12 ortalama sıcaklık, 3 toplam buharlaşma ve 3 toplam açık günler verileri ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ)'nin işlettiği 9 istasyonuna ait akım verileri analiz edilmiştir. Önce, verilerin homojen olup olmadığı, Wald - Wolfowitz dizisel korelasyon ve Swet - Eisenhart gidişler sınamaları ile kontrol edilmiştir. Sonra, homojen olduğu belirlenen veriler, en küçük kareler regresyon ve Mann - Kendall sıra korelasyon yöntemleri ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda, havzanın ortalama sıcaklıklarında belirgin bir azalma eğilimi olduğu, toplam yağış değerleri havzanın kıyı bölümü boyunca azalırken, havzanın yüksek bölümlerinde arttığı belirlenmiştir. Sıcaklığın dışındaki iklimsel verilerde anlamlı eğilimin olmadığı, sıcaklık verilerindeki azalma eğilimleri ise, yerel hava kirleticilerinin ve bölgesel sülfat aerosollerinin yerel soğutma etkileri ile bağlantılı olabileceği belirtilmiştir [24].

Ceylan çalışmasında, Yeşilirmak havzası sınırları içerisinde bulunan en az 30 yıllık gözlemleri olan EİEİ ve Devlet Su İşleri (DSİ) kurumlarına ait 24 değişik istasyonun yıllık bazda ortalama sıcaklık, toplam yağış, ortalama akım, toplam buharlaşma, ortalama güneşlenme süreleri, bulutlu ve kapalı geçen gün sayıları gibi iklimsel özellikleri karakterize eden altı ayrı iklim elemanının, 1930 - 1997 yılları arasında gözlenmiş 43 adet iklim serisi analiz edilmiştir. Bu seriler ilk önce homojenlik testine tabi tutulmuş ve daha sonra trend analizleri yapılmıştır. Homojenlik testinde gidişler (Swet - Eisenhart) sınaması, trend analizinde en küçük kareler yöntemi ve Mann - Kendall mertebeli korelasyon istatistiği yöntemleri kullanılmıştır. Havza genelinde

ortalama sıcaklıklarda belirgin bir azalış, toplam yağışlarda artış, ortalama akımlarda artış, toplam buharlaşmalarda azalış ortalama güneşlenme sürelerinde azalış ve bulutluluk verilerinde eğilimlerin bölgesel olarak değiştiği tespit edilmiştir. [25].

Zhang ve ark., Kanada'daki 243 istasyona ait 11 hidroklimatik değişkene Mann-Kendall testini uygulamışlar ve 30, 40 ve 50 yıllık periyotlar için yıllık ortalama akımların genellikle ülkenin güneyinde ve aylık ortalama akımların özellikle Ağustos ve Eylül aylarında azaldığı, Mart ve Nisan aylarında ise önemli artışların olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada ayrıca, kayıt uzunluğu olarak 30 yılın oldukça uygun olduğu ve yıllık ortalama akımdaki azalmanın ortalama sıcaklıktaki artıştan ve yağıştaki azalmadan kaynaklandığı da belirtmişlerdir [26].

Kosif, Samsun ilinde iklim trendlerini araştırmış ve çalışmada Mann - Kendall sıra korelasyon testi ile en küçük kareler yöntemini kullanmıştır. Çalışma sonucunda ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama akım gözlemlerinde artan yönde, bulutluluk gözlemlerinde ise azalan yönde trend belirlemiştir [27].

Burn ve Elnur, minimum kayıt uzunluğu 25 yıl olan Kanada'daki 248 istasyonun 18 değişkenine Mann - Kendall testini uygulamışlar ve 1940 - 1997, 1950 - 1997, 1960 - 1997 ve 1970 - 1997 periyotlarında belirlenen trendler için önem seviyesini % 90 almışlardır [28].

Bayazıt ve ark., Türkiye akarsularının özellikle düşük akımlarında Trakya, Batı, Güney ve Orta bölgelerde anlamlı bir azalma izlendiğini ortaya koymuşlardır. Bu azalma, yıllık ortalama akımlar ve taşkınlarda, daha küçük oranlarda olsa da, mevcut olduğu akımların zaman içinde değişme eğilimi ile ilgili olarak elde edilen bu sonuçların, su yapılarının planlanma ve işletme çalışmalarında göz önünde tutulması gerektiğini ifade etmişlerdir [29].

Türkeş ve Ark., Türkiye'deki 70 istasyona ait yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklardaki değişimleri araştırmış ve trend değişimlerinin belirlenmesi için Mann - Kendall testini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, yaz minimum sıcaklıkları, ilkbahar ve sonbahar minimum sıcaklıklarından genel olarak daha büyük

oranda ısındığı, ilkbahar ve yaz minimum sıcaklıklarının ısınma oranları ise, ilkbahar ve yaz maksimum sıcaklıklarındakilerden genel olarak daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir. Yıllık, ilkbahar ve yaz sıcaklıklarındaki anlamlı artma eğilimleri dikkate alındığında, gece ısınması oranları, genel olarak büyük Akdeniz iklim tipi ile tanımlanan Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde daha kuvvetli olduğu belirlenmiştir [30].

Özel, Türkiye'deki 26 havzada aylık ortalama akımlarda trend olup olmadığı araştırılmış, trend tespitinde, Spearman'ın Rho, Sen'in T, Mevsimsel Kendall ve Mann - Kendall Mertebe Korelasyon testleri, trend eğimini belirlemek için ise Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda trend tespit edilen istasyonlarda eğimin çoğunlukla azalan yönde olduğu ve bunun ülkenin batı bölgesinde yoğunlaştığı görülmüştür. Mart ayı en fazla azalan trend tespit edilen ay olurken Nisan ayı trende en az rastlanan ay olmuştur. Artan trendler en fazla ağustos ayında olup çoğunlukla 1980'li yıllar trend başlangıç yılları olarak tespit edilmiştir [31].

Yıldız ve ark., Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarının zamana göre değişimi incelenmiş ve akımlardaki trendin hidroelektrik santrallerin enerji üretimine etkileri araştırmışlardır. 26 havzanın 24'ündeki 104 akım gözlem istasyonunun ait günlük ortalama, maksimum ve minimum akım verileri kullanılmış ve çalışma sonucunda, son 30 - 66 yıllık dönemde Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların, özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazı maksimum akımlarda) anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer bölgelerde ise zamanla artan trend belirlenmiştir [32].

Cıgızoğlu ve ark., tarafından Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarında trend bileşeninin varlığı incelenmiştir. Çalışmada Türkiye genelindeki 26 havzanın 24 ündeki 100 civarında akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama akım verileri incelenmiştir. Trend analizi, parametrik olmayan Mann - Kendall testi ve parametrik olan t testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, son 30 - 60 yıllık dönemde Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların özellikle

ortalama ve düşük akımlarında anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer bölgelerde ise istatistik anlamda anlamlı bir trend görülmemiştir [33].

Angı ve Özkaya, Türkiye'nin doğal olan yüzeysel akımları ve bu akımların zaman içerisindeki değişimleri ile alansal dağılımı incelenmiştir. Havzaların yağış-akış özelliklerinin farklı olması nedeniyle 26 akarsu havzası ayrı, ayrı değerlendirilmiş ve sonuçlar birleştirilmiştir. Veri yoğunluğunun bulunduğu 1965 - 2002 dönemi temel alınarak elde edilen sonuçlar ile daha az sayıda verinin bulunduğu 1941 - 1964 dönemine yaklaşım yapılmış ve her iki dönemin birleştirilmesi ile 1941 - 2002 dönemine ait Türkiye'nin yüzeysel akımları elde edilmiştir. Türkiye geneli yüzeysel akımlar, potansiyel ve kullanılabilir olmak üzere ayrı ayrı incelenmiş ve seçilen dönemler içerisinde her yıla ait değerler hesaplanmıştır [34].

Akyürek ve ark., Türkiye genelinde 24 havzada 107 akım gözlem istasyonundaki yıllık ortalama akımlara parametrik bir test olan t testi ile parametrik olmayan Mann - Kendall testi uygulayarak trend analizi yapmışlardır. Trend ayrıca bölgesel bazda incelenmiştir. Yıllık ortalama akım verilerinde her iki test için de incelenen 107 istasyonun 31 tanesinde trend bulunmuştur. Bu istasyonların buldukları bölgeler incelendiğinde genel olarak Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki istasyonlarda trendin azalma yönünde olduğu, bölgesel analizlerde ise her iki bölgede azalan yönde trend olduğu görülmüştür [35].

Kâhya ve Kalaycı, Türkiye'deki 26 havzada bulunan 83 akım gözlem istasyonundaki aylık ortalama akımlara, Sen'in t, Mann - Kendall, Spearman'ın Rho ve Mevsimsel Kendall testleri ile trend analizi yapmışlardır ve çalışma sonucunda Türkiye'nin güney ve batı bölgesinde azalan yönde, kuzey bölgesinde ise artan yönde trend belirlemişlerdir [36].

Yeşilata ve ark., Atatürk Baraj gölünün bölge iklimi üzerine etkisini, Şanlıurfa ve Adıyaman illerinin 30 yıllık (1972 - 2001) meteorolojik verileri yardımıyla araştırmışlardır. Bu amaçla seçilen 4 iklimsel değişkenin (maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık ile bağıl nem) aylık ortalama değerleri, Atatürk Baraj Gölünden önceki ve sonraki 15 yıllık dönemler (1972 - 1986 ve 1987 - 2001) için

karşılaştırılarak incelenmiştir. Baraj sonrasında her iki il için; yılın büyük bir bölümünde, sıcaklık ve nem değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. İklimsel verilerdeki trendi belirlemek için, baraj gölü sonrası meteorolojik verilere Lineer Regresyon yöntemi uygulanmıştır. Bu artışların bağıl nem ve maksimum sıcaklıklar için küçümsenmeyecek düzeyde olduğunu ve baraj gölü-yöre iklimi ilişkisinin hala dinamik bir şekilde devam ettiği sonucuna varılmıştır [37].

Birsan ve ark., tarafından İsviçre’de bulunan 48 istasyonda 3 ayrı zaman periyodundaki günlük ortalama akım değerleri üzerinde bir trend çalışması yapılmıştır. Çalışmada parametrik olmayan Mann - Kendall testi kullanılmış ve mevsimsel trend aranmıştır. Çalışma sonucunda kış ve bahar dönemlerinde artış, sonbahar döneminde ise azalan yönde trend belirlemişlerdir. Yaz döneminde ise anlamlı bir trend belirlenememiştir [38].

Wen ve Chen tarafından Nebraska’da 8 büyük havzada bulunan 110 istasyonda ölçülen 50 yıllık akım verileri üzerinde yapılan trend analizi çalışmasında parametrik olmayan Mann - Kendall testi kullanılmış ve batıda azalan yönde trend oluşumu, doğuda ise anlamlı bir trend olmadığı görülmüştür. Bu azalmanın yer altı sularıyla olan ilişkisi gözlenmeye çalışılmıştır [39].

Bulut ve ark., Atatürk Barajı’nın bölge iklimine etkisini trend analizi ile belirleme çalışmışlardır. Çalışmada trend analizi için; Lineer Regresyon yöntemi, Mann - Kendall yöntemi ve Sen yöntemi kullanmışlar ve uygulanan her üç yöntemin sonucunda; sıcaklık ve bağıl nemde artış trendi, toplam yağışta önemli bir değişim olmadığı ve rüzgâr hızında azalma olduğunu belirlemişlerdir [40].

Tonkaz ve Çetin, kentleşmenin ve arazi kullanımının, güneydoğu Anadolu bölgesindeki aylık ekstrem sıcaklıklar üzerindeki etkilerini araştırılmıştır. Nüfus değişimi, motorlu araçların sayısı, endüstriyel ürünlerin yetiştirildiği alan, bina sayısı ve aylık ekstrem sıcaklık trendleri gibi bölgesel parametreleri belirlemek için Türkiye’nin gelişmekte olan GAP bölgesinde bir araştırma yapılmış ve 16 gözlem istasyonuna ait 27 ile 71 yıl arasında değişen, 1932 - 2002 yıllarını kapsayan aylık ekstrem sıcaklık dizisi kullanılmıştır. Aylık trendleri belirlemek için parametrik

olmayan Mann - Kendall testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda endüstriyel ürün yetiştirilen alan arttıkça evaporatif soğuma mekanizması nedeniyle maksimum sıcaklıklarda azalma meydana geldiği, kentleşmedeki artışın ise bölgedeki minimum sıcaklıklardaki artışa neden olduğu belirlenmiştir [41].

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Hidrolojik büyüklükler (yağış, akış) zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir [42].

Klasik parametrik testlerdeki normalite, doğrusallık ve bağımsızlık gibi temel varsayımlar genellikle tipik yüzey suyu kalitesi verilerinde sağlanmamaktadır. Bu nedenle parametrik olmayan testlerin kullanılması parametrik testlere oranla daha uygundur. Trend analizinde genellikle, Mann - Kendall, Spearman'ın Rho, Sen'in T, Lineer Regresyon ve grafik yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan testler Spearman'ın Rho testi, Mann - Kendall testi, Mann - Kendall Mertebe Korelasyon testi ve Sen'in T testi'dir.

3.1. Spearman'ın Rho Testi

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, lineer trend varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir testtir. Sıra istatistiği olan R_{xi} verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir. Gözlem serisi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile tanımlanan H_0 hipotezine göre x_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır, H_1 hipotezine göre ise x_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) değerleri zamanla artar veya azalır. Spearman'ın Rho testi istatistiği (r_s), aşağıdaki bağıntısı ile hesaplanır.

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \quad (3.1)$$

$n > 30$ için r_s dağılımı normale yaklaşıcağından normal dağılım tabloları kullanılır. Bunun için r_s 'nin test istatistiği (Z),

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (3.2)$$

eğer Z değeri, α önem seviyesinde standart normal dağılım tablolarından tespit edilen $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise, H_0 hipotezi reddedilerek, belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır.

3.2. Mann - Kendall Testi

Mann Kendall Trend testi parametrik olmayan (nonparametrik) bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır [43, 44]. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi; “ H_0 : trend yok” ile kontrol edilmektedir [10]. Testin uygulanacağı zaman serisi x_1, x_2, \dots, x_n de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilirse test istatistiği (S),

$$S = P - M \quad (3.3)$$

şeklinde hesaplanır.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} \quad (3.4)$$

$n \geq 10$ için

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (3.5)$$

olmak üzere;

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (3.6)$$

Şeklinde tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa σ_s aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] / 18} \quad (3.7)$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örneğin 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa $t_1 = 5$, 3 gözlem aynı değerde ise $t_2 = 3$ ve ayrıca değerleri aynı olan 2 gözlemlik iki grup bulunuyorsa $t_3 = 2$, $t_4 = 2$ alınacaktır.

Yukarıda anlatıldığı şekilde hesaplanan Z 'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı, büyükse trend olduğu ve S değeri pozitif ise artan yönde negatifse azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca verilerin belirli bir dağılıma uyması zorunluluğu aramadığı için özellikle kullanışlıdır [46].

3.3. Mann - Kendall Mertebe Korelasyon Testi

Parametresiz olan bu test, uygulanan seride zamanla artma mı azalma mı olduğunu bulmak için kullanılır. Test, sonuçları grafiksel olarak ifade ederken trendin başlangıç noktasını da belirleyebilmektedir.

Hidro - meteoroloji zaman serisinde sol taraftan başlayarak veriler x_i , teker, teker göz önünde bulundurularak veri yerine kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılır. Bu sayıya n_i dersek x_i veri değerleri bunlarla yer değiştirilerek tam sayılı bir örnek fonksiyon elde edilir.

Bu tam sayıların ardışık toplamları, t_i ile gösterirsek yöntemi sınamak için gerekli büyüklük olan t ;

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (3.8)$$

şeklinde tanımlanır. Bunun ortalaması $E(t)$;

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (3.9)$$

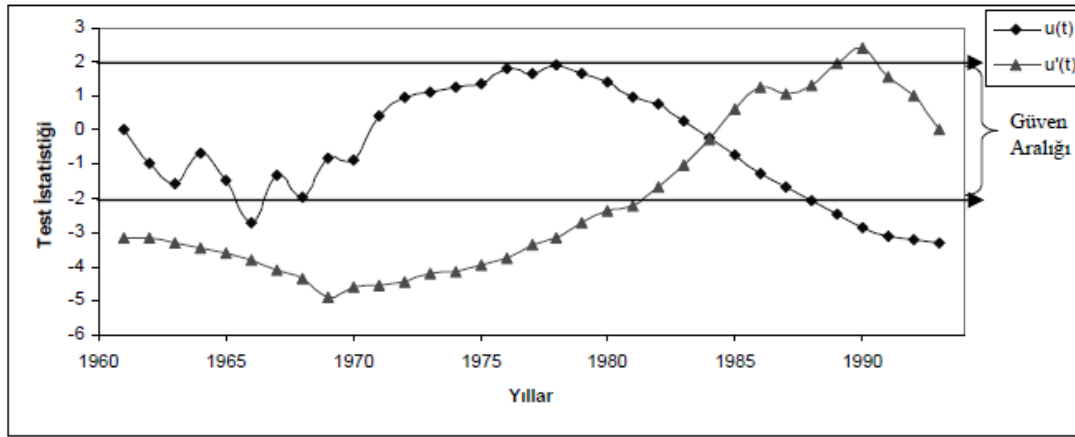
varyansı;

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (3.10)$$

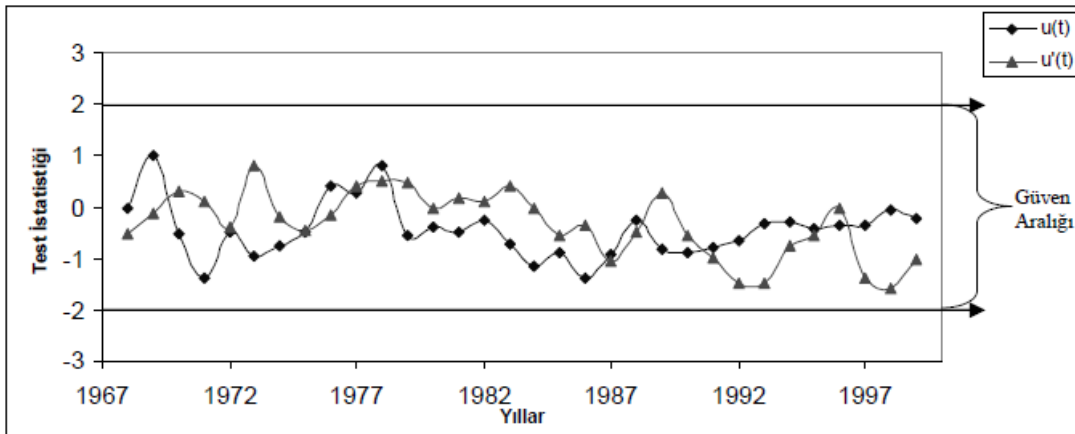
$u(t)$ fonksiyonu ise

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{var } t}} \quad (3.11)$$

Zamanla bir değişim yok varsayımı, $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleri ile ifade edilirken $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişiminin olduğunu gösterir. $u(t)$ 'nin ± 1.96 'ya ulaşması trendin önemlilik seviyesinin %95'lere ulaştığını gösterir. $u'(t)$ ise seri içinde geri yönde $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. $u(t)$ ile $u'(t)$ 'nin grafiksel olarak kesiştikleri nokta trendin başladığı zamanı gösterir [47]. Şekil 3.1. trend olması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiğini ve Şekil 3.2.. trend olmaması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiğini örnek olarak göstermektedir.



Şekil 3. 1. Trend olması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiği.



Şekil 3. 2. Trend olmaması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiği.

3.4. Sen'in T Testi

Bu test dağılımdan bağımsız olup mevsimsel olaylardan etkilenmeyen test istatistiği aşağıda verilen prosedür ile hesaplanır [48];

- Önce değişken değerleri; i yılları ($i = 1, \dots, n$) ve j ayları ($j = 1, \dots, 12$) gösteren indisler olmak üzere X_{ij} ile simgelensin.
- j . ay ve i . yıl için X_j ve X_i ortalama değerleri bulunur.
- X_{ij} orijinal aylık değerlerinden, karşılık gelen ayın ortalaması çıkarılarak ($X_{ij} - X_j$) fark değerleri elde edilir. Böylece mevsimsel etkiler ortadan kaldırılır.
- Bu farklar küçükten büyüğe dizilerek en küçüğüne 1, en büyüğüne $12n$ sıra değerleri verilir. Sembolik olarak bu işlem $R_{ij} = \text{Rank}(X_{ij} - X_j)$ eşitliği ile

hesaplanır. Verilerde aynı değere sahip farklar varsa, bunların gerçekte olması gereken sıra değerlerinin ortalaması dikkate alınır.

- Elde edilen sıraların her bir ay ve her bir yıl için ortalamaları $R_j = \sum_i R_{ij} / n$ ve $R_i = \sum_j R_{ij} / 12$ eşitlikleri ile bulunur.
- Sen'in T testi istatistiği aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$T = \left[\frac{12m^2}{n(n+1) \sum_{i,j} (R_{ij} - R_{.j})^2} \right]^{1/2} \left[\sum_{i=1}^n \left(i - \frac{n+1}{2} \right) \left(R_{i.} - \frac{nm+1}{2} \right) \right] \quad (3.12)$$

Yukarıda m mevsimsel zaman periyotlarını göstermekte olup aylık çalışmalarda 12'ye eşittir. α önem seviyesinde $|T| > z$ (standart normal değişken) durumunda trendin yokluğu üzerine kurulan H_0 hipotezi reddedilir ve belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır. Sen'in T testi sonucunda elde edilen pozitif değerler azalan yönde, negatif değerler ise artan yönde bir değişim olduğunu ifade etmektedir.

BÖLÜM 4. ÖRNEK ÇALIŞMA

4.1. EİE'den Alınan Debi Değerleri İle Modelleme Uygulanarak Sediment Miktarını Hesaplayan Bağntının Tayin Edilmesi

Tablo 4. 1. EİE 2001 - 2007 yılları arası debi ve konsantrasyon miktarları [49].

EİE Gözlem Tarihi	Q _w (m ³ /sn)	D ₅₀ (m)	S (%)	C (ppm)	Q _s (ton/gün)
04.12.2001	302,131	0,0001	0,0240	726,00	18951,6
17.01.2002	226,527	0,0001	0,0210	258,20	5053,47
06.02.2002	274,827	0,0001	0,0290	187,20	4445,07
13.03.2002	167,460	0,0002	0,0120	200,00	2893,71
09.04.2002	348,855	0,0001	0,0100	1280,2	38586,6
14.05.2002	200,900	0,0001	0,0130	190,70	3310,12
10.06.2002	93,1100	0,0003	0,0100	117,70	946,862
16.07.2002	65,7050	0,0003	0,0070	250,20	1420,36
14.08.2002	83,2420	0,0003	0,0100	104,90	754,452
16.09.2002	80,0090	0,0003	0,0100	269,20	1860,92
10.10.2002	59,2960	0,0003	0,0090	104,70	536,396
14.11.2002	120,326	0,0002	0,0120	124,30	1292,24
12.12.2002	135,483	0,0002	0,0090	85,700	1003,18
07.01.2003	350,186	0,0001	0,0290	692,80	20961,4
04.02.2003	158,735	0,0002	0,0090	247,70	3397,13
10.03.2003	226,793	0,0001	0,0120	726,10	14227,9
07.04.2003	319,149	0,0001	0,0120	616,50	16999,7
06.05.2003	180,283	0,0002	0,0120	217,50	3387,88
03.06.2003	63,6470	0,0003	0,0080	117,30	645,045
15.07.2003	37,6150	0,0003	0,0010	65,900	214,171
14.08.2003	59,6930	0,0003	0,0100	145,20	748,865
10.09.2003	32,1230	0,0003	0,0001	51,500	142,935
13.10.2003	49,2090	0,0003	0,0040	67,600	287,412
11.11.2003	183,770	0,0002	0,0120	547,20	8688,29
08.12.2003	145,334	0,0002	0,0110	109,90	1380,00
20.01.2004	241,019	0,0001	0,0210	272,30	5670,39
24.02.2004	306,032	0,0001	0,0290	145,90	3857,77
18.03.2004	369,815	0,0001	0,0290	209,30	6687,56
13.04.2004	213,348	0,0001	0,0100	163,40	3012,00
25.05.2004	98,1330	0,0003	0,0100	240,20	2036,58
14.06.2004	80,3690	0,0003	0,0100	116,40	808,268
19.07.2004	57,8360	0,0003	0,0100	60,200	300,821
16.08.2004	70,1120	0,0003	0,0100	226,70	1373,28
13.09.2004	72,1210	0,0003	0,0100	60,400	376,368
11.10.2004	46,5050	0,0003	0,0030	35,900	144,247
24.11.2004	116,540	0,0002	0,0010	182,70	1839,62
21.12.2004	85,2120	0,0003	0,0110	124,20	914,400

Tablo 4. 1. Devamı.

11.01.2005	75,6320	0,0003	0,0100	82,300	537,798
07.02.2005	141,913	0,0002	0,0100	304,40	3732,33
07.03.2005	404,604	0,0001	0,0290	3591,3	125544
04.04.2005	245,099	0,0001	0,0130	300,50	6363,55
03.05.2005	141,912	0,0002	0,0100	147,60	1809,75
23.06.2005	97,5650	0,0003	0,0100	157,10	1324,29
04.07.2005	89,6490	0,0003	0,0100	105,10	814,070
18.08.2005	61,4040	0,0003	0,0100	82,400	437,157
14.09.2005	40,5320	0,0003	0,0050	45,300	158,639
13.10.2005	68,7680	0,0003	0,0090	76,100	452,152
14.11.2005	40,6370	0,0003	0,0030	34,400	120,780
12.12.2005	106,830	0,0002	0,0001	89,300	824,249
18.01.2006	134,948	0,0002	0,0060	141,50	1649,82
06.02.2006	211,238	0,0001	0,0140	124,00	2263,12
08.03.2006	397,549	0,0001	0,0300	547,30	18798,8
17.04.2006	225,003	0,0001	0,0170	146,00	2838,28
16.05.2006	80,4700	0,0003	0,0100	95,400	663,279
19.06.2006	40,9610	0,0003	0,0040	43,900	155,363
17.07.2006	68,8040	0,0003	0,0100	140,80	837,009
08.08.2006	46,1150	0,0003	0,0040	83,300	331,895
11.09.2006	31,7390	0,0004	0,0070	59,700	163,712
02.10.2006	37,9740	0,0003	0,0010	78,900	258,867
08.11.2006	78,6270	0,0003	0,0100	105,00	713,304
04.12.2006	59,1290	0,0003	0,0100	80,100	409,211
09.01.2007	105,017	0,0002	0,0001	141,70	1285,71
12.02.2007	111,133	0,0002	0,0010	321,70	3088,93
05.03.2007	233,750	0,0001	0,0190	932,00	18822,7
09.04.2007	153,522	0,0002	0,0110	260,50	3455,35
07.05.2007	49,8080	0,0003	0,0040	117,90	507,372
Toplam	9301,78	0,0153	0,7273	17777,30	377518,3
Ortalama	140,936	0,0002	0,0110	269,3530	5719,974
Standart Sapma	100,825	0,0001	0,0075	474,1448	16398,58

Bu çalışmadaki hesaplamalar Ek A'da verilmiştir.

Tablo 4. 2. Matematiksel modelleme sonuçları.

Fonksiyon Türü	Korelasyon Kat Sayısı	Formül
HİPERBOLİK FONKSİYON	$r = 0,9183$	$Q_s = 0,1341 * (Q_w)^{1,986}$
PARABOLİK FONKSİYON	$r = 0,6888$	$Q_s = 8045 - 152,7 * Q_w + 0,6424 * Q_w^2$
ÜSTEL FONKSİYON	$r = 0,8934$	$Q_s = 226,464431 * (1,01364527)^{Q_w}$
MULTIPLY - LINEER FONKSİYON	$r = 6670$	$Q_s = -69895 + 279 * Q_w + 192700000 * D_{50} - 770660 * S$
MULTIPLY NON - LINEER FONKSİYON	$r = 0,9291$	$Q_s = - 0,01016 + 1,794 * Q_w + 0,003425 * D_{50} + 0,2156 * S$

Diğer fonksiyonların korelasyon katsayılarına bakıldığında 1'e en yakın olan ve içeriğinde 3 değişkeni (Q_w , D_{50} , S) birden kullanan Multiply Non - Linear Fonksiyon'dur. Bu nedenle seçilen formül Multiply Non - Linear Fonksiyon'un formülüdür.

$$y = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3 \quad (4.1)$$

$$Q_s = y, Q_w = x_1, D_{50} = x_2, S = x_3$$

a_0, a_1, a_2, a_3 Regresyon katsayıları olmak üzere;

$$Q_s = a_0 + a_1 * Q_w + a_2 * D_{50} + a_3 * S \quad (4.2)$$

Uygulanan Yöntemin Formülü:

$$Q_s = - 0,01016 + 1,794 * Q_w + 0,003425 * D_{50} + 0,2156 * S \quad (4.3)$$

Sakarya Nehrinin katı madde taşınım formülünde bu formül kullanılabilir.

4.2. Uygulanan Yöntemin Formülünün Bilim Adamları Arasında Değerlendirilmesi

Birçok bilim adamının çıkarmış olduğu sediment taşınım yöntemi vardır bunlar;

1. Egiazaroff yöntemi,
2. Goncharov yöntemi,
3. Levi yöntemi,
4. Bagnold yöntemi,
5. Laursen yöntemi,
6. Einstein yöntemi,
7. Shen ve Hung yöntemi,
8. Yang yöntemi,
9. Acaroğlu yöntemi,

10. Graf yöntemi,
11. Van Rijn yöntemi,
12. Samaga yöntemi,
13. Şentürk yöntemi,
14. Wu yöntemi,
15. Bu tezde uygulanan matematiksel model yöntemidir.

Bu çalışmadaki hesaplamalar Ek B’de verilmiştir.

Tablo 4. 3. Bilim Adamlarının yöntemlerine göre hesaplanan sediment miktarlarının karşılaştırılması.

No	Bilim Adamları	Hesaplanan Sediment Miktar (ton / yıl)	Gerçek Sediment Miktarı (ton / yıl)
1	Bu tezde uygulanan matematiksel model yöntemi	92.284	1.197.156
2	Shen ve Hung yöntemi	2.586.733	1.197.156
3	Levi yöntemi	4.730.400	1.197.156
4	Yang yöntemi	5.791.259	1.197.156
5	Einstein yöntemi	7.884.000	1.197.156
6	Acaroğlu yöntemi	9.818.663	1.197.156
7	Laursen yöntemi	29.959.200	1.197.156
8	Bagnold yöntemi	66.225.600	1.197.156
9	Graf yöntemi	131.087.949	1.197.156
10	Şentürk yöntemi	293.915.520	1.197.156
11	Goncharov yöntemi	2.018.304.000	1.197.156
12	Egiazaroff yöntemi	7.108.214.400	1.197.156
13	Van Rijn yöntemi	27.020.044.800	1.197.156
14	Wu yöntemi	344.017.030.461	1.197.156
15	Samaga yöntemi	61.452.579.606.270	1.197.156

Sonuç olarak, sediment taşınım miktarı, birçok bilim adamının çıkarmış olduğu sediment taşınım formülleriyle karşılaştırılırsa, Shen and Hung yönteminin gerçek değere en yakın olduğunu tablodan da gözlemleyebiliriz. Fakat Shen and Hung yöntemine de en yakın Bu tezde uygulanan matematiksel model yöntemidir ve ekonomik ve finansman yönünden Bu tezde uygulanan matematiksel model yöntemi trend analizi için kullanılabilir.

4.3. Sakarya Nehrinin Taşımış Olduğu Katı Madde Debisinin Trend Analizi İle Değerlendirilmesi

Tablo 4. 4. Sakarya Nehri debilerinin uygulanan yöntemin formülü kullanılarak çıkan toplam Sediment miktarları.

Sıra No	EİE Gözlem Tarihleri	EİE Sediment Ölçüm Değerleri Q_s (ton/gün)	Tezde Uygulanan Yöntem İle Hesaplanan Q_s (ton/gün)	Sıra No	EİE Gözlem Tarihleri	EİE Sediment Ölçüm Değerleri Q_s (ton/gün)	Tezde Uygulanan Mat. Mod. Yöntemi İle Hesaplanan Q_s (ton/gün)
1	04.12.2001	302,131	542,018	34	13.09.2004	72,1210	129,377
2	17.01.2002	226,527	406,384	35	11.10.2004	46,5050	83,4205
3	06.02.2002	274,827	493,036	36	24.11.2004	116,540	209,063
4	13.03.2002	167,460	300,416	37	21.12.2004	85,2120	152,863
5	09.04.2002	348,855	625,838	38	11.01.2005	75,6320	135,676
6	14.05.2002	200,900	360,407	39	07.02.2005	141,913	254,584
7	10.06.2002	93,1100	167,031	40	07.03.2005	404,604	725,856
8	16.07.2002	65,7050	117,866	41	04.04.2005	245,099	439,700
9	14.08.2002	83,2420	149,328	42	03.05.2005	141,912	254,582
10	16.09.2002	80,0090	143,528	43	23.06.2005	97,5650	175,024
11	10.10.2002	59,2960	106,369	44	04.07.2005	89,6490	160,822
12	14.11.2002	120,326	215,857	45	18.08.2005	61,4040	110,151
13	12.12.2002	135,483	243,048	46	14.09.2005	40,5320	72,7053
14	07.01.2003	350,186	628,230	47	13.10.2005	68,7680	123,362
15	04.02.2003	158,735	284,762	48	14.11.2005	40,6370	72,8933
16	10.03.2003	226,793	406,859	49	12.12.2005	106,830	191,643
17	07.04.2003	319,149	572,546	50	18.01.2006	134,948	242,088
18	06.05.2003	180,283	323,420	51	06.02.2006	211,238	378,954
19	03.06.2003	63,6470	114,174	52	08.03.2006	397,549	713,199
20	15.07.2003	37,6150	67,4714	53	17.04.2006	225,003	403,649
21	14.08.2003	59,6930	107,081	54	16.05.2006	80,4700	144,355
22	10.09.2003	32,1230	57,6185	55	19.06.2006	40,9610	73,4747
23	13.10.2003	49,2090	88,2716	56	17.07.2006	68,8040	123,426
24	11.11.2003	183,770	329,676	57	08.08.2006	46,1150	82,7210
25	08.12.2003	145,334	260,721	58	11.09.2006	31,7390	56,9311
26	20.01.2004	241,019	432,382	59	02.10.2006	37,9740	68,1154
27	24.02.2004	306,032	549,018	60	08.11.2006	78,6270	141,049
28	18.03.2004	369,815	663,444	61	04.12.2006	59,1290	106,069
29	13.04.2004	213,348	382,738	62	09.01.2007	105,017	188,390
30	25.05.2004	98,1330	176,043	63	12.02.2007	111,133	199,363
31	14.06.2004	80,3690	144,174	64	05.03.2007	233,750	419,341
32	19.07.2004	57,8360	103,750	65	09.04.2007	153,522	275,411
33	16.08.2004	70,1120	125,773	66	07.05.2007	49,8080	89,3463

4.3.1. Spearman'ın Rho testi

Akım değerleri sıraya dizilerek R_{xi} dizisi elde edilir;

Tablo 4. 5. R_{xi} değerleri.

i	R_{xi}	i	R_{xi}
1	59	34	22
2	53	35	09
3	58	36	37
4	46	37	29
5	62	38	23
6	49	39	42
7	31	40	66
8	18	41	57
9	28	42	41
10	25	43	32
11	14	44	30
12	38	45	16
13	40	46	05
14	63	47	19
15	45	48	06
16	54	49	35
17	61	50	39
18	47	51	50
19	17	52	65
20	03	53	52
21	15	54	27
22	02	55	07
23	10	56	20
24	48	57	08
25	43	58	01
26	56	59	04
27	60	60	24
28	64	61	13
29	51	62	34
30	33	63	36
31	26	64	55
32	12	65	44
33	21	66	11

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,29 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.4)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,34 \quad (4.5)$$

Z'in mutlak değeri seçilen $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek C] $Z_{\alpha/2} = 1,96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $r_s < 0$ olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.3.2. Mann - Kendall testi

Tablo 4. 6. Mann - Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Yıllar	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	04.12.2001	542,018	0	0	0	0
2	17.01.2002	406,384	0	1	0	1
3	06.02.2002	493,036	1	1	1	2
4	13.03.2002	300,416	0	3	1	5
5	09.04.2002	625,838	4	0	5	5
6	14.05.2002	360,407	1	4	6	9
7	10.06.2002	167,031	0	6	6	15
8	16.07.2002	117,866	0	7	6	22
9	14.08.2002	149,328	1	7	7	29
10	16.09.2002	143,528	1	8	8	37
11	10.10.2002	106,369	0	10	8	47
12	14.11.2002	215,857	5	6	13	53
13	12.12.2002	243,048	6	6	19	59
14	07.01.2003	628,230	13	0	32	59
15	04.02.2003	284,762	7	7	39	66
16	10.03.2003	406,859	11	4	50	70
17	07.04.2003	572,546	14	2	64	72
18	06.05.2003	323,420	9	8	73	80
19	03.06.2003	114,174	1	17	74	97
20	15.07.2003	67,4714	0	19	74	116
21	14.08.2003	107,081	2	18	76	134
22	10.09.2003	57,6185	0	21	76	155
23	13.10.2003	88,2716	2	20	78	175
24	11.11.2003	329,676	15	8	93	183
25	08.12.2003	260,721	12	12	105	195
26	20.01.2004	432,382	20	5	125	200
27	24.02.2004	549,018	23	3	148	203
28	18.03.2004	663,444	27	0	175	203
29	13.04.2004	382,738	18	10	193	213
30	25.05.2004	176,043	10	19	203	232
31	14.06.2004	144,174	8	22	211	254
32	19.07.2004	103,750	3	28	214	282
33	16.08.2004	125,773	8	24	222	306
34	13.09.2004	129,377	9	24	231	330
35	11.10.2004	83,4205	2	32	233	362
36	24.11.2004	209,063	16	19	249	381
37	21.12.2004	152,863	14	22	263	403
38	11.01.2005	135,676	11	26	274	429
39	07.02.2005	254,584	21	17	295	446
40	07.03.2005	725,856	39	0	334	446

Tablo 4. 6. Devamı.

41	04.04.2005	439,700	32	8	366	454
42	03.05.2005	254,582	21	20	387	474
43	23.06.2005	175,024	17	25	404	499
44	04.07.2005	160,822	16	27	420	526
45	18.08.2005	110,151	7	37	427	563
46	14.09.2005	72,7053	2	43	429	606
47	13.10.2005	123,362	11	35	440	641
48	14.11.2005	72,8933	3	34	443	675
49	12.12.2005	191,643	24	24	467	699
50	18.01.2006	242,088	27	22	494	721
51	06.02.2006	378,954	37	13	531	734
52	08.03.2006	713,199	50	1	581	735
53	17.04.2006	403,649	39	13	620	748
54	16.05.2006	144,355	18	35	638	783
55	19.06.2006	73,4747	4	50	642	833
56	17.07.2006	123,426	14	41	656	874
57	08.08.2006	82,7210	5	51	661	925
58	11.09.2006	56,9311	0	57	661	982
59	02.10.2006	68,1154	3	55	664	1037
60	08.11.2006	141,049	21	38	685	1075
61	04.12.2006	106,069	11	49	696	1124
62	09.01.2007	188,390	32	29	728	1153
63	12.02.2007	199,363	34	32	762	1185
64	05.03.2007	419,341	52	11	814	1196
65	09.04.2007	275,411	42	22	856	1218
66	07.05.2007	89,3463	10	55	866	1273

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P = 866$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M = 1273$ olarak bulunur. Test istatistiği $S = P - M = -407$ bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,19 \quad (4.6)$$

Örnek sayısı $n > 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 180,70 \text{ bulunur.} \quad (4.7)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.8)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -2,25 \quad (4.9)$$

Z'in mutlak değeri için seçilen $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek C] $Z_{\alpha/2} = 1,96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolaylı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.3.3. Mann - Kendall mertebeye korelasyon testi

Sakarya nehri katı madde debisi değerlerinde her bir verinin kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılarak n değerleri bulunur. Daha sonra bu n değerlerinden t değerleri elde edilir.

Tablo 4. 7. u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıllar	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	04.12.2001	542,018	0	0	0,00	0,00	0,00
2	17.01.2002	406,384	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	06.02.2002	493,036	1	1	0,92	1,50	-0,52
4	13.03.2002	300,416	0	1	2,17	3,00	-1,36
5	09.04.2002	625,838	4	5	4,17	5,00	0,00
6	14.05.2002	360,407	1	6	7,08	7,50	-0,56
7	10.06.2002	167,031	0	6	11,08	10,50	-1,35
8	16.07.2002	117,866	0	6	16,33	14,00	-1,98
9	14.08.2002	149,328	1	7	23,00	18,00	-2,29
10	16.09.2002	143,528	1	8	31,25	22,50	-2,59
11	10.10.2002	106,369	0	8	41,25	27,50	-3,04
12	14.11.2002	215,857	5	13	53,17	33,00	-2,74
13	12.12.2002	243,048	6	19	67,17	39,00	-2,44
14	07.01.2003	628,230	13	32	83,42	45,50	-1,48
15	04.02.2003	284,762	7	39	102,08	52,50	-1,34
16	10.03.2003	406,859	11	50	123,33	60,00	-0,90
17	07.04.2003	572,546	14	64	147,33	68,00	-0,33
18	06.05.2003	323,420	9	73	174,25	76,50	-0,27
19	03.06.2003	114,174	1	74	204,25	85,50	-0,80
20	15.07.2003	67,4714	0	74	237,50	95,00	-1,36
21	14.08.2003	107,081	2	76	274,17	105,00	-1,75
22	10.09.2003	57,6185	0	76	314,42	115,50	-2,23
23	13.10.2003	88,2716	2	78	358,42	126,50	-2,56
24	11.11.2003	329,676	15	93	406,33	138,00	-2,23
25	08.12.2003	260,721	12	105	458,33	150,00	-2,10
26	20.01.2004	432,382	20	125	514,58	162,50	-1,65
27	24.02.2004	549,018	23	148	575,25	175,50	-1,15
28	18.03.2004	663,444	27	175	640,50	189,00	-0,55
29	13.04.2004	382,738	18	193	710,50	203,00	-0,38
30	25.05.2004	176,043	10	203	785,42	217,50	-0,52
31	14.06.2004	144,174	8	211	865,42	232,50	-0,73
32	19.07.2004	103,750	3	214	950,67	248,00	-1,10
33	16.08.2004	125,773	8	222	1041,33	264,00	-1,30

Tablo 4. 7. Devamı.

34	13.09.2004	129,377	9	231	1137,58	280,50	-1,47
35	11.10.2004	83,4205	2	233	1239,58	297,50	-1,83
36	24.11.2004	209,063	16	249	1347,50	315,00	-1,80
37	21.12.2004	152,863	14	263	1461,50	333,00	-1,83
38	11.01.2005	135,676	11	274	1581,75	351,50	-1,95
39	07.02.2005	254,584	21	295	1708,42	370,50	-1,83
40	07.03.2005	725,856	39	334	1841,67	390,00	-1,30
41	04.04.2005	439,700	32	366	1981,67	410,00	-0,99
42	03.05.2005	254,582	21	387	2128,58	430,50	-0,94
43	23.06.2005	175,024	17	404	2282,58	451,50	-0,99
44	04.07.2005	160,822	16	420	2443,83	473,00	-1,07
45	18.08.2005	110,151	7	427	2612,50	495,00	-1,33
46	14.09.2005	72,7053	2	429	2788,75	517,50	-1,68
47	13.10.2005	123,362	11	440	2972,75	540,50	-1,84
48	14.11.2005	72,8933	3	443	3164,67	564,00	-2,15
49	12.12.2005	191,643	24	467	3364,67	588,00	-2,09
50	18.01.2006	242,088	27	494	3572,92	612,50	-1,98
51	06.02.2006	378,954	37	531	3789,58	637,50	-1,73
52	08.03.2006	713,199	50	581	4014,83	663,00	-1,29
53	17.04.2006	403,649	39	620	4248,83	689,00	-1,06
54	16.05.2006	144,355	18	638	4491,75	715,50	-1,16
55	19.06.2006	73,4747	4	642	4743,75	742,50	-1,46
56	17.07.2006	123,426	14	656	5005,00	770,00	-1,61
57	08.08.2006	82,7210	5	661	5275,67	798,00	-1,89
58	11.09.2006	56,9311	0	661	5555,92	826,50	-2,22
59	02.10.2006	68,1154	3	664	5845,92	855,50	-2,50
60	08.11.2006	141,049	21	685	6145,83	885,00	-2,55
61	04.12.2006	106,069	11	696	6455,83	915,00	-2,73
62	09.01.2007	188,390	32	728	6776,08	945,50	-2,64
63	12.02.2007	199,363	34	762	7106,75	976,50	-2,54
64	05.03.2007	419,341	52	814	7448,00	1008,00	-2,25
65	09.04.2007	275,411	42	856	7800,00	1040,00	-2,08
66	07.05.2007	89,3463	10	866	8162,92	1072,50	-2,29

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

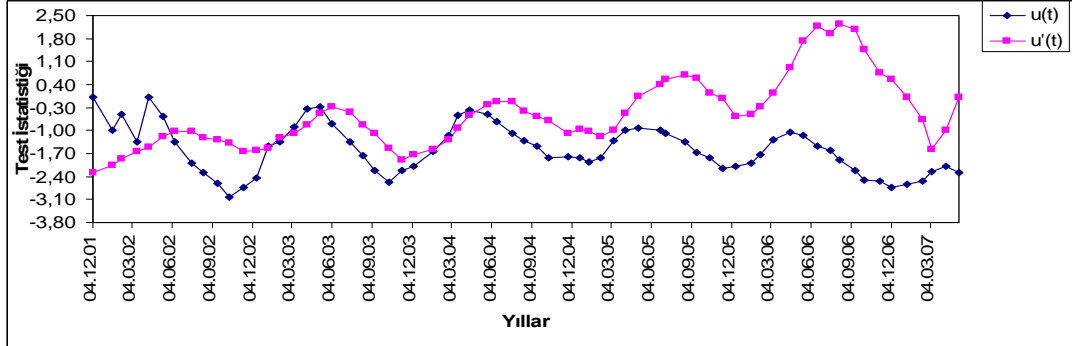
Tablo 4. 8. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıllar	Değer	n'	t'	$Var'(t)$	$E'(t)$	$u'(t)$
66	07.05.2007	89,3463	0	0	0,00	0,00	0,00
65	09.04.2007	275,411	1	1	0,25	0,50	-1,00
64	05.03.2007	419,341	2	3	0,92	1,50	-1,56
63	12.02.2007	199,363	1	4	2,17	3,00	-0,68
62	09.01.2007	188,390	1	5	4,17	5,00	0,00
61	04.12.2006	106,069	1	6	7,08	7,50	0,56
60	08.11.2006	141,049	2	8	11,08	10,50	0,75
59	02.10.2006	68,1154	0	8	16,33	14,00	1,48
58	11.09.2006	56,9311	0	8	23,00	18,00	2,09
57	08.08.2006	82,7210	2	10	31,25	22,50	2,24
56	17.07.2006	123,426	5	15	41,25	27,50	1,95

Tablo 4. 8. Devamı.

55	19.06.2006	73,4747	2	17	53,17	33,00	2,19
54	16.05.2006	144,355	8	25	67,17	39,00	1,71
53	17.04.2006	403,649	12	37	83,42	45,50	0,93
52	08.03.2006	713,199	14	51	102,08	52,50	0,15
51	06.02.2006	378,954	12	63	123,33	60,00	-0,27
50	18.01.2006	242,088	11	74	147,33	68,00	-0,49
49	12.12.2005	191,643	10	84	174,25	76,50	-0,57
48	14.11.2005	72,8933	2	86	204,25	85,50	-0,03
47	13.10.2005	123,362	7	93	237,50	95,00	0,13
46	14.09.2005	72,7053	2	95	274,17	105,00	0,60
45	18.08.2005	110,151	8	103	314,42	115,50	0,70
44	04.07.2005	160,822	13	116	358,42	126,50	0,55
43	23.06.2005	175,024	14	130	406,33	138,00	0,40
42	03.05.2005	254,582	19	149	458,33	150,00	0,05
41	04.04.2005	439,700	24	173	514,58	162,50	-0,46
40	07.03.2005	725,856	26	199	575,25	175,50	-0,98
39	07.02.2005	254,584	20	219	640,50	189,00	-1,19
38	11.01.2005	135,676	11	230	710,50	203,00	-1,01
37	21.12.2004	152,863	14	244	785,42	217,50	-0,95
36	24.11.2004	209,063	20	264	865,42	232,50	-1,07
35	11.10.2004	83,4205	6	270	950,67	248,00	-0,71
34	13.09.2004	129,377	12	282	1041,33	264,00	-0,56
33	16.08.2004	125,773	12	294	1137,58	280,50	-0,40
32	19.07.2004	103,750	8	302	1239,58	297,50	-0,13
31	14.06.2004	144,174	17	319	1347,50	315,00	-0,11
30	25.05.2004	176,043	22	341	1461,50	333,00	-0,21
29	13.04.2004	382,738	32	373	1581,75	351,50	-0,54
28	18.03.2004	663,444	36	409	1708,42	370,50	-0,93
27	24.02.2004	549,018	36	445	1841,67	390,00	-1,28
26	20.01.2004	432,382	35	480	1981,67	410,00	-1,57
25	08.12.2003	260,721	30	510	2128,58	430,50	-1,72
24	11.11.2003	329,676	32	542	2282,58	451,50	-1,89
23	13.10.2003	88,2716	7	549	2443,83	473,00	-1,54
22	10.09.2003	57,6185	1	550	2612,50	495,00	-1,08
21	14.08.2003	107,081	12	562	2788,75	517,50	-0,84
20	15.07.2003	67,4714	2	564	2972,75	540,50	-0,43
19	03.06.2003	114,174	15	579	3164,67	564,00	-0,27
18	06.05.2003	323,420	37	616	3364,67	588,00	-0,48
17	07.04.2003	572,546	46	662	3572,92	612,50	-0,83
16	10.03.2003	406,859	42	704	3789,58	637,50	-1,08
15	04.02.2003	284,762	37	741	4014,83	663,00	-1,23
14	07.01.2003	628,230	49	790	4248,83	689,00	-1,55
13	12.12.2002	243,048	33	823	4491,75	715,50	-1,60
12	14.11.2002	215,857	32	855	4743,75	742,50	-1,63
11	10.10.2002	106,369	13	868	5005,00	770,00	-1,39
10	16.09.2002	143,528	23	891	5275,67	798,00	-1,28
9	14.08.2002	149,328	26	917	5555,92	826,50	-1,21
8	16.07.2002	117,866	17	934	5845,92	855,50	-1,03
7	10.06.2002	167,031	30	964	6145,83	885,00	-1,01
6	14.05.2002	360,407	47	1011	6455,83	915,00	-1,19
5	09.04.2002	625,838	57	1068	6776,08	945,50	-1,49
4	13.03.2002	300,416	45	1113	7106,75	976,50	-1,62
3	06.02.2002	493,036	56	1169	7448,00	1008,00	-1,87
2	17.01.2002	406,384	52	1221	7800,00	1040,00	-2,05
1	04.12.2001	542,018	58	1279	8162,92	1072,50	-2,29

elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 04.06.2002 yılında çakıştıkları görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.



Şekil 4. 1. Sakarya nehri katı madde debileri için $u(t) - u'(t)$ grafiği.

4.3.4. Sen'in T testi

Tablo 4. 9. Sen'in t testi katsayıları hesabı.

Yıllar	X_{ij}	$X_{ij} - X_i$	R_{ij}	$(R_{ij} - R_i)^2$
17.01.2002	406,384	252,654	50	148,840
06.02.2002	493,036	329,673	53	77,4400
13.03.2002	300,416	66,2682	19	806,560
09.04.2002	625,838	423,799	56	46,2400
14.05.2002	360,407	255,506	51	282,240
10.06.2002	167,031	110,875	33	104,040
16.07.2002	117,866	70,0881	21	1,00000
14.08.2002	149,328	101,407	31	121,000
16.09.2002	143,528	105,181	32	262,440
10.10.2002	106,369	67,2408	20	17,6400
14.11.2002	215,857	135,145	39	100,000
12.12.2002	243,048	163,519	41	125,440
07.01.2003	628,230	474,500	58	408,040
04.02.2003	284,762	121,399	37	51,8400
10.03.2003	406,859	172,711	42	29,1600
07.04.2003	572,546	370,507	54	23,0400
06.05.2003	323,420	218,519	47	163,840
03.06.2003	114,174	58,0175	15	60,8400
15.07.2003	67,4714	19,6935	6	196,000
14.08.2003	107,081	59,1598	16	16,0000
10.09.2003	57,6185	19,2718	5	116,640
13.10.2003	88,2716	49,1434	13	7,84000
11.11.2003	329,676	248,964	49	400,000
08.12.2003	260,721	181,192	44	201,640
20.01.2004	432,382	278,652	52	201,640
24.02.2004	549,018	385,655	55	116,640
18.03.2004	663,444	429,296	57	92,1600
13.04.2004	382,738	180,699	43	38,4400

Tablo 4.9. Devamı

25.05.2004	176,043	71,1424	22	148,840
14.06.2004	144,174	88,0175	27	17,6400
19.07.2004	103,750	55,9721	14	36,0000
16.08.2004	125,773	77,8518	25	25,0000
13.09.2004	129,377	91,0303	29	174,240
11.10.2004	83,4205	44,2923	12	14,4400
24.11.2004	209,063	128,351	38	81,0000
21.12.2004	152,863	73,3343	23	46,2400
11.01.2005	135,676	-18,0540	1	1354,24
07.02.2005	254,584	91,2212	30	201,640
07.03.2005	725,856	491,708	60	158,760
04.04.2005	439,700	237,661	48	1,44000
03.05.2005	254,582	149,681	40	33,6400
23.06.2005	175,024	118,868	36	174,240
04.07.2005	160,822	113,044	35	225,000
18.08.2005	110,151	62,2298	18	4,00000
14.09.2005	72,7053	34,3586	9	46,2400
13.10.2005	123,362	84,2338	26	104,040
14.11.2005	72,8933	-7,81823	2	729,000
12.12.2005	191,643	112,114	34	17,6400
18.01.2006	242,088	88,3580	28	96,0400
06.02.2006	378,954	215,591	46	3,24000
08.03.2006	713,199	479,051	59	134,560
17.04.2006	403,649	201,610	45	17,6400
16.05.2006	144,355	39,4544	11	538,240
19.06.2006	73,4747	17,3182	3	392,040
17.07.2006	123,426	75,6481	24	16,0000
08.08.2006	82,7210	34,7998	10	100,000
11.09.2006	56,9311	18,5844	4	139,240
02.10.2006	68,1154	28,9872	8	60,8400
08.11.2006	141,049	60,3375	17	144,000
04.12.2006	106,069	26,5403	7	519,840
Toplam				9971,60

$$T = \left[\frac{12m^2}{n(n+1) \sum_{i,j} (R_{ij} - R_j)^2} \right]^{1/2} \left[\sum_{i=1}^n \left(i - \frac{n+1}{2} \right) \left(R_i - \frac{nm+1}{2} \right) \right] = 2,63 \quad (4.10)$$

$\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek C] $Z_{\alpha/2} = 1,96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilir ve belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır. Sen’in T testi sonucunda elde edilen değer pozitif olduğundan azalan yönde bir trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR

Bu tezde, Sakarya Nehrinin akım gözlem istasyonundan alınan akım değerleri ile matematiksel modelleme yapılarak sediment taşınım formülü ortaya çıkarılmıştır. Çıkan bu formül ile 14 bilim adamının çıkarmış oldukları sediment taşınım formülleri ile akım değerleri hesaplandığında gerçek değere en yakın formül belirlenmiştir. Bu formül ile akım değerleri hesaplanmış çıkan akım değerleri ile trend analizi uygulanmıştır. Sakarya Nehrinin katı madde debileri üzerinde trend uygulamak için de Spearman'ın Rho testi, Mann - Kendall testi ve Sen'in T testi uygulanmış ve trend belirlenen istasyonlara trend başlangıç yılının tespiti için Mann - Kendall Mertebe Korelasyon testi kullanılmıştır. Testlerde güven aralığı %95 olarak alınarak, uygulama sonucunda Spearman'ın Rho testi, Mann - Kendall testi ve Sen'in T testinde azalan yönde trend olduğu görülmüştür. Mann - Kendall Mertebe Korelasyon testi ile de trendin 04.06.2002 yılında başladığı saptanmıştır. Bu oluşan trendin de iklim ve barajların etkileriyle karşılaştırılmıştır.

İklimsel olarak, su kaynaklarının küresel ısınmadan etkilenebileceği düşüncesiyle gelecek 50 yıl içinde dünyanın bazı bölgelerindeki su kaynaklarının yetersiz kalabileceği tahmin edilmektedir. Bu etkilenme neticesinde Türkiye'de de kişi başına düşecek su miktarındaki azalış oranının yaklaşık %40 civarlarında, yüksek bir değerde olabileceği tahmin edilmektedir. Türkiye'nin yarı kurak bir iklim kuşağında yer alması nedeniyle, iklim değişikliğinden giderek daha fazla etkileneceği kolayca anlaşılabilir.

Barajların etkisi olarak, Sakarya nehri üzerinde yer alan barajlardan; Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice Barajları incelenmiştir. 910 x 106 m³ depolama hacmi ile Gökçekaya Barajı'nın su toplamaya başladığı 1972 yılı göz önünde bulundurulduğunda trend başlangıç yıllarının bu tarihten sonra başladığı dikkate alındığında özellikle Gökçekaya Barajı'nın akımların azalmasıyla önemli bir ilişkisi

olabileceği gör÷lmektedir. Ayrıca aynı bölgede bulunan Sarıyar ve Yenice Barajları'nın da inşaat başlama ve bitiş yılları dikkate alındığında Sarıyar Barajı'nın inşaat tamamlanma yılı olan 1956 yılı su toplamaya başladığı yıl olarak ele alınırsa akımlardaki azalmaya bir etken olabileceği görünür. Yenice Barajının ise su toplamaya başlama yılı inşaat bitiş tarihi olan 1998 yılı olarak alınırsa, analiz sonucuna göre akımlardaki azalmaya önemli bir etken olduğu düşünülebilir.

İklim parametreleri ve baraj etkileri her ne kadar değerlendirilmiş olsa bile, hesaplanan trendlere etki eden farklı etkenlerin olabileceği düşüncesinden hareketle bu konudaki yapılacak alternatif çalışma ve gözlemler, diğer araştırmacıların inceleme ve irdelemesine açıktır.

KAYNAKLAR

- [1] YILDIZ, K., SİPAHIOĞLU, Ş. ve YILMAZ, M., Çevre Bilimi, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, EİE, Ankara, 2000
- [2] ATALAY, A. ve İKİEL, C., Trend Analysis of Mounthly and Annual Flow Values of Sakarya River, 2007.
- [3] ATALAY, İ., Uygulamalı Hidroğrafya - I., Ege Üniversitesi., Edebiyat Fakültesi, İzmir, 1986.
- [4] BAKIR, H., Erzurum Ilıca Sinirbaşı Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristiklerinin Belirlenmesi., Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2003.
- [5] İKİEL, C. ve Kaçmaz, M., Global Evolution; Involving Change of Climate, Natural Resources and Human Politics, İtalya, 2007.
- [6] YILDIZ, M. ve MALKOÇ, Y., Türkiye Akarsu Havzaları ve Hidrolojik Kuraklık Analizi, Ankara, 2000.
- [7] SARAÇOĞLU, H., Bitki Örtüsü, Akarsular ve Göller, İstanbul, 1990.
- [8] ATICI, T. ve AHISKA, S., Ankara Çayı Kirliliği ve Algleri., Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Ankara, 2005.
- [9] İÇAĞA Y., Analysis of Trends in Water Quality Using Nonparametric Methods, İzmir, 1994.
- [10] BERRYMAN, D., BOTEE, B., CHRIS, D. ve HAEMMERLI, J., Nonparametrik Test for Trend Detection in Water Quality Time Series, 1988.
- [11] PAPADIMITRIOU, A. ve MAHERAS, P., Some Statistical Characteristics of Air Temperature Variations at Four Meditteranean Stations, 1991.
- [12] TOROS, H., Klimatolojik Serilerden Türkiye Genelinde Trend Analizi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1993.
- [13] İÇAĞA, Y. ve HARMANCIOĞLU, N., Yeşilırmak Havzasında Su Kalitesi Eğilimlerinin Belirlenmesi, Ankara, 1995.
- [14] VON STORCH, H., Misuses of Statistical Analysis in Climate Research, In: Analysis of Climate Variability: Applications of Statistical, 1995.

- [15] YUE, S. ve WANG, C.Y., The Influence of Serial Correlation on the Mann - Whitney Test for Detecting a Shift in Median, 2002.
- [16] TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M. ve KILIÇ, G., Variations and Trends in Annual Mean Air Temperatures in Turkey With Respect to Climatic Variability, 1995.
- [17] TÜRKEŞ, H., Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey, 1996.
- [18] KADIOĞLU, M., Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey, 1997.
- [19] TAYANÇ, M., KARACA, M. ve YENİĞÜN, O., Annual and Seasonal Air Temperature Trend Patterns of Climate Change and Urbanization Effects in Relation with Air Pollutants in Turkey, 1997.
- [20] KOTHYARI, U.C., SINGH, V. P. ve ARAVAMUTHAN, V., An Investigation of Changes in Rainfall and Temperature Regimes of the Ganga Basin in India, 1997.
- [21] KALAYCI S. ve KAHYA E., Detection of Water Quality Trends in the Rivers of the Susurluk Basin, 1998.
- [22] MOREAS, K. M., PELLEGRINO, G. Q., BAKKESTER, M. V., MARTINELLI, L. A., VICTOROA, R. L. ve KRUSCHE, A. V., Trends in Hydrological Parameters of a Southern Brazilian Watershed and its Relation to Human Induced Changes, 1998.
- [23] SERRANO, A., GARCIA, A. J., MATEOS, V. L., CANCELLO, M. L. ve GARRIDO, J., Monthly of Variation of Presipitation Over the Iberion Peninsula, 1999.
- [24] YILMAZ, İ., Doğu Karadeniz Havzasındaki İklim Trendleri ve Olası Etkileri, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1999.
- [25] CEYLAN, C., Yeşilırmak Havzası İklim Parametrelerinin Trend Analizi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1999.
- [26] ZHANG, X., HARVEY, K. D., HOGGY, W. D. ve YUZYK, T. R., Trends in Canadian Streamflow, 2001.
- [27] KOSİF, K., Samsun İlinde İklim Trendleri, 2001.
- [28] BURN, D. H. ve ELNUR M. A. H., Detection of Hydrologic Trends and Variability, 2002.
- [29] BAYAZIT, M., CIĞIZOĞLU, H. K., ve ÖNÖZ, B., Türkiye Akarsularında Trend Analizi, 2002.

- [30] TÜRKEŞ, M., UTKU, M. S. ve DEMİR, İ., Türkiye'nin Ortalama, Maksimum ve Minimum Sıcaklıklarındaki Eğilimlerin ve Değişikliklerin Yeniden Değerlendirilmesi, 2003.
- [31] ÖZEL, N., Türkiye'deki Nehir Akımları Aylık Verilerinin Parametrik Olmayan Yöntemlerle Trend Analizi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2004.
- [32] YILDIZ, M., SARAÇ, M., MALKOÇ, Y., ve UÇAR İ., 2004. Türkiye Akarsularındaki Akımların Trendleri ve Bu Trendlerin Hidroelektrik Enerji Üretimine Etkileri, İstanbul, 2004.
- [33] ÇIĞIZOĞLU H. K., BAYAZIT, M., ÖNÖZ, B., YILDIZ, M., ve MALKOÇ, Y., Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama Ve Düşük Akımlarındaki Trendler, İstanbul, 2004.
- [34] ANGI, A. E., ve ÖZKAYA, M., Türkiye'deki Yüzeysel Akımlar ve Trendleri, İstanbul, 2004.
- [35] AKYÜREK, M., ÖNÖZ, B., BAYAZIT, M., ve ÇIĞIZOĞLU, K., Türkiye Yıllık Ortalama Akımlarının Trend Analizi, İstanbul, 2004.
- [36] KAHYA, E., ve KALAYCI, S., Trend Analysis of Streamflow in Turkey, 2004.
- [37] YEŞİLATA, B., BULUT, H., ve YEŞİLNACAR, M. İ., GAP Bölgesinde Sıcaklık ve Nem Parametrelerindeki Baraj Gölü Kaynaklı Değişim Trendinin Araştırılması, 2004.
- [38] BIRSAN, M. V., MOLNAR, P., BURLANDO, P. ve PFAUNDLER, M., Streamflow Trends in Switzerland, 2005.
- [39] WEN, F. ve CHEN, X., Evaluation of the Impact of Groundwater Irrigation on Streamflow in Nebraska, 2005.
- [40] BULUT, H., YEŞİLATA, B., ve YEŞİLNACAR, M. İ., Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizi İle Tespiti, Şanlıurfa, 2006.
- [41] TONKAZ, T. ve ÇETİN, M., Effects of Urbanization and Land - Use Type on Monthly Extreme Temperatures in a Developing Semi - Arid Region, Türkiye, 2006.
- [42] HELSEL, D. R., ve HIRSCH, R. M., Statistical Methods in Water Resources, Amsterdam, 1992.
- [43] MANN, H. B., Non - parametric Tests Against Trend, 1945.
- [44] KENDALL, M. G., Rank Correlation Methods, London, 1975.

- [45] BAYAZIT, M., İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İTÜ, İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1996.
- [46] YU, S., ZOU, S. ve WHITTEMORE, D. Non - parametric Trend analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas, 1993.
- [47] ŞEN, Z., İstatistik Veri İşleme Yöntemleri (Hidroloji ve Meteoroloji), İstanbul, 2002.
- [48] VAN BELLE, G. ve HUGHES, J. P., Nonparametric Tests for Trend in Water Quality, 1984.
- [49] EİE., 2001 - 2007 Yılları Arası Sakarya Nehri Adatepe Gözlem İstasyonu Debi Miktarları, 2007.
- [50] EGIAZAROFF, I. V., Calculation of Nonuniform Sediment Concentrations, 1965.
- [51] GONCHAROV, V. N., Dynamics of Channel Flow, 1964.
- [52] BAGNOLD. R. A., An Approach to the Sediment Transport Problem from General Physics, 1966.
- [53] LAURSEN, E. M., The Total Sediment Load of Streams, 1958.
- [54] EINSTEIN, H. A., The Bed - Load Function For Sediment Transportation in Open Channel Flows, 1950.
- [55] SHEN, H. W. ve HUNG, C. S., An Engineering Approach to Total Bed - Material Load by Regression Analysis, 1971.
- [56] YANG, C. T., MOLINAS, A. ve WU, B., Sediment Transport in the Yellow River, 1996.
- [57] ACAROĞLU, E. R., Sediment Transport in Conveyance System, New York, 1968.
- [58] GRAF, W. H., Hydraulics of Sediment Transport, 1971.
- [59] VAN RIJN, L. C., Sediment Transport, 1984.
- [60] SAMAGA, B. R., RANGA RAJU, K. G. ve GARDE, R.J., Suspended Load Transport Rate of Sediment Mixture, 1986.
- [61] WU, W., WANG, S. Y. ve YAFEI, J., Nonuniform Sediment Transport in Alluvial Rivers, 2000.
- [62] YÜKSEL, İ., Akarsularda Askı ve Sürüntü Maddesi Miktarlarının Hesaplanarak, Toplam Katı Madde Debinin Tayini, Trabzon, 2000.

EKLER

EK A

Tablo A. 1. Sakarya nehri debi ve konsantrasyon değerleri	40
Tablo A. 2. Basit Regresyon Analizi	41
Tablo A. 3. Hiperbolik fonksiyon Regresyon Analizi	46
Tablo A. 4. Parabolik Fonksiyon Regresyon Analizi	51
Tablo A. 5. Üstel fonksiyon Regresyon Analizi	56
Tablo A. 6. Geometrik fonksiyon Regresyon Analizi.....	58
Tablo A. 7. MultiPLY - lineer fonksiyon Regresyon Analizi	59
Tablo A. 8. MultiPLY non - lineer fonksiyon Regresyon Analizi	62
Tablo A. 9. Regrasyon analizlerinin değerlendirilmesi	68
Tablo A. 10. Bu tezde uygulanan matematiksel model yöntemi ile belirlenen sediment miktarları.....	69

EK B

Şekil B. 1. e_B veriminin tane çapı ve akımın hızı ile değişimi.....	73
Şekil B. 2. Fonksiyon u^* / W	74
Şekil B. 3. I_1 büyüklüğünün A ve α ya bağlı olarak değişimi.....	76
Şekil B. 4. I_2 büyüklüğünün A ve α ya bağlı olarak değişimi.....	76
Şekil B. 5. Suyun belirli sıcaklıklardaki özellikleri	78
Tablo B. 1. Taşınan Sediment Çaplarına Göre İrilik Modülü Sınıflandırılması	72
Tablo B. 2. Bilim Adamalarının yöntemlerine göre çıkan sediment miktarlarının karşılaştırılması	82

EK C

Şekil C. 1. Normal Dağılım Tablosu.....	83
---	----

EK A

Tablo A. 1. Sakarya nehri debi ve konsantrasyon değerleri.

Yıllar (Deney No)	Q _w (m ³ /sn)	D ₅₀ (m)	S (%)	C (ppm)	Q _s (ton/gün)
04.12.2001	302,131	0,0001	0,0240	726,00	18951,6
17.01.2002	226,527	0,0001	0,0210	258,20	5053,47
06.02.2002	274,827	0,0001	0,0290	187,20	4445,07
13.03.2002	167,460	0,0002	0,0120	200,00	2893,71
09.04.2002	348,855	0,0001	0,0100	1280,2	38586,6
14.05.2002	200,900	0,0001	0,0130	190,70	3310,12
10.06.2002	93,1100	0,0003	0,0100	117,70	946,862
16.07.2002	65,7050	0,0003	0,0070	250,20	1420,36
14.08.2002	83,2420	0,0003	0,0100	104,90	754,452
16.09.2002	80,0090	0,0003	0,0100	269,20	1860,92
10.10.2002	59,2960	0,0003	0,0090	104,70	536,396
14.11.2002	120,326	0,0002	0,0120	124,30	1292,24
12.12.2002	135,483	0,0002	0,0090	85,700	1003,18
07.01.2003	350,186	0,0001	0,0290	692,80	20961,4
04.02.2003	158,735	0,0002	0,0090	247,70	3397,13
10.03.2003	226,793	0,0001	0,0120	726,10	14227,9
07.04.2003	319,149	0,0001	0,0120	616,50	16999,7
06.05.2003	180,283	0,0002	0,0120	217,50	3387,88
03.06.2003	63,6470	0,0003	0,0080	117,30	645,045
15.07.2003	37,6150	0,0003	0,0010	65,900	214,171
14.08.2003	59,6930	0,0003	0,0100	145,20	748,865
10.09.2003	32,1230	0,0003	0,0001	51,500	142,935
13.10.2003	49,2090	0,0003	0,0040	67,600	287,412
11.11.2003	183,770	0,0002	0,0120	547,20	8688,29
08.12.2003	145,334	0,0002	0,0110	109,90	1380,00
20.01.2004	241,019	0,0001	0,0210	272,30	5670,39
24.02.2004	306,032	0,0001	0,0290	145,90	3857,77
18.03.2004	369,815	0,0001	0,0290	209,30	6687,56
13.04.2004	213,348	0,0001	0,0100	163,40	3012,00
25.05.2004	98,1330	0,0003	0,0100	240,20	2036,58
14.06.2004	80,3690	0,0003	0,0100	116,40	808,268
19.07.2004	57,8360	0,0003	0,0100	60,200	300,821
16.08.2004	70,1120	0,0003	0,0100	226,70	1373,28
13.09.2004	72,1210	0,0003	0,0100	60,400	376,368
11.10.2004	46,5050	0,0003	0,0030	35,900	144,247
24.11.2004	116,540	0,0002	0,0010	182,70	1839,62
21.12.2004	85,2120	0,0003	0,0110	124,20	914,400
11.01.2005	75,6320	0,0003	0,0100	82,300	537,798
07.02.2005	141,913	0,0002	0,0100	304,40	3732,33
07.03.2005	404,604	0,0001	0,0290	3591,3	125544
04.04.2005	245,099	0,0001	0,0130	300,50	6363,55
03.05.2005	141,912	0,0002	0,0100	147,60	1809,75
23.06.2005	97,5650	0,0003	0,0100	157,10	1324,29
04.07.2005	89,6490	0,0003	0,0100	105,10	814,070
18.08.2005	61,4040	0,0003	0,0100	82,400	437,157
14.09.2005	40,5320	0,0003	0,0050	45,300	158,639
13.10.2005	68,7680	0,0003	0,0090	76,100	452,152
14.11.2005	40,6370	0,0003	0,0030	34,400	120,780
12.12.2005	106,830	0,0002	0,0001	89,300	824,249

Tablo A.1. Devamı.

18.01.2006	134,948	0,0002	0,0060	141,50	1649,82
06.02.2006	211,238	0,0001	0,0140	124,00	2263,12
08.03.2006	397,549	0,0001	0,0300	547,30	18798,8
17.04.2006	225,003	0,0001	0,0170	146,00	2838,28
16.05.2006	80,4700	0,0003	0,0100	95,400	663,279
19.06.2006	40,9610	0,0003	0,0040	43,900	155,363
17.07.2006	68,8040	0,0003	0,0100	140,80	837,009
08.08.2006	46,1150	0,0003	0,0040	83,300	331,895
11.09.2006	31,7390	0,0004	0,0070	59,700	163,712
02.10.2006	37,9740	0,0003	0,0010	78,900	258,867
08.11.2006	78,6270	0,0003	0,0100	105,00	713,304
04.12.2006	59,1290	0,0003	0,0100	80,100	409,211
09.01.2007	105,017	0,0002	0,0001	141,70	1285,71
12.02.2007	111,133	0,0002	0,0010	321,70	3088,93
05.03.2007	233,750	0,0001	0,0190	932,00	18822,7
09.04.2007	153,522	0,0002	0,0110	260,50	3455,35
07.05.2007	49,8080	0,0003	0,0040	117,90	507,372
Toplam	9301,78	0,0153	0,7273	17777,30	377518,3
Ortalama	140,936	0,0002	0,0110	269,3530	5719,974
Standart Sapma	100,825	0,0001	0,0075	474,1448	16398,58

1.1. Sakarya Nehrinin Taşınmış Olduğu Sediment Miktarının Matematiksel Modelleme ile Tahmini

Tablo A. 2. Basit Regresyon Analizi.

BASİT REGRESYON ANALİZİ		
$y = Q_s : x = Q_w$	$y = Q_s : x = D_{50}$	$y = Q_s : x = S$
$b = \frac{\sum((x - x_{ort}) * (y - y_{ort}))}{\sum(x - x_{ort})^2}$	$b = \frac{\sum((x - x_{ort}) * (y - y_{ort}))}{\sum(x - x_{ort})^2}$	$b = \frac{\sum((x - x_{ort}) * (y - y_{ort}))}{\sum(x - x_{ort})^2}$
96,32650767	-81819892,7	994341,26
$a = y_{ort} - b * x_{ort}$	$a = y_{ort} - b * x_{ort}$	$a = y_{ort} - b * x_{ort}$
-7855,90732	24734,42131	-5237,365274
Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı
$r = \frac{(\sum(x * y) - n * x_{ort} * y_{ort})}{(n * S_x * S_y)}$	$r = \frac{(\sum(x * y) - n * x_{ort} * y_{ort})}{(n * S_x * S_y)}$	$r = \frac{(\sum(x * y) - n * x_{ort} * y_{ort})}{(n * S_x * S_y)}$
,583281793	-0,386934282	0,450087141

Tablo A.2. Devamı.

$(x - x_{ort})$	$(y - y_{ort})$	$(x - x_{ort})^2$	$(y - y_{ort})^2$	$(x - x_{ort}) * (y - y_{ort})$	$(x * y)$
161,1949	13231,62	25983,80	175075657,6	2132869,112	5725863
85,59091	-666,5011	7325,804	444223,67997	-57046,43273	1144748
133,8909	-1274,9002	17926,78	1625370,6157	-170697,5518	1221626
26,52391	-2826,265	703,518	7987775,669	-74963,60446	484580,5
207,9189	32866,63	43230,27	1080215121	6833593,076	13461128
59,96391	-2409,849	3595,670	5807373,599	-144503,9837	665004,1
-47,82609	-4773,112	2287,335	22782602,56	228279,3105	88162,29
-75,23109	-4299,611	5659,717	18486652,51	323464,4064	93324,98
-57,69409	-4965,522	3328,608	24656407,82	286481,2724	62802,11
-60,92709	-3859,054	3712,110	14892300,80	235120,9578	148890,3
-81,64009	-5183,578	6665,104	26869478,41	423187,7597	31806,16
-20,61009	-4427,731	424,7758	19604798,60	91255,93097	155490,5
-5,453091	-4716,793	29,736200	22248135,81	25721,1008	135914,0
209,2499	15241,43	43785,52	232301232,7	3189268,146	7340391
17,79891	-2322,842	316,8012	5395594,682	-41344,05254	539243,8
85,85691	8507,894	7371,409	72384257,00	730461,4650	3226781
178,2129	11279,69	31759,84	127231380,6	2010186,164	5425425
39,34691	-2332,096	1548,179	5438671,687	-91760,768741	610776,8
-77,28909	-5074,930	5973,604	25754910,42	392236,6950	41055,15
-103,32109	-5505,803	10675,248	30313870,41	568865,6073	8056,034
-81,24309	-4971,109	6600,440	24711921,93	403868,2379	44702,02
-108,8131	-5577,040	11840,29	31103370,93	606854,9193	4591,485
-91,72709	-5432,562	8413,859	29512730,62	498313,1147	14143,26
42,83391	2968,319	1834,744	8810915,55	127144,6908	1596648
4,39791	-4339,975	19,3416	18835387,09	-19086,81758	200560,7
100,0829	-49,5876	10016,59	2458,9295	-4962,870665	1366671
165,0959	-1862,208	27256,66	3467819,296	-307442,95196	1180600
228,8789	967,583	52385,56	936216,527	221459,3019	2473159
72,41191	-2707,978	5243,485	7333146,263	-196089,8757	642603,3
-42,80309	-3683,392	1832,105	13567380,28	157660,5838	199855,9
-60,56709	-4911,706	3668,373	24124858,81	297487,7622	64959,68
-83,10009	-5419,153	6905,625	29367218,06	450332,0979	17398,30
-70,82409	-4346,699	5016,052	18893790,38	307850,9903	96283,08
-68,81509	-5343,606	4735,517	28554128,89	367720,7572	27144,02
-94,43109	-5575,727	8917,231	31088729,05	526521,9618	6708,223
-24,39609	-3880,358	595,1693	15057175,03	94665,55654	214388,9
-55,72409	-4805,574	3105,174	23093545,08	267786,2634	77917,83
-65,30409	-5182,176	4264,624	26854949,62	338417,3022	40674,74
0,976909	-1987,640	0,95435	3950710,844	-1941,743112	529666,8
263,6679	119823,9	69520,77	14357772117	31593722,79	50795562
104,1629	643,580	10849,91	414195,519	67037,18952	1559701
0,975909	-3910,221	0,95240	15289831,98	-3816,020684	256825,6
-43,37109	-4395,681	1881,052	19322015,39	190645,4997	129204,6
-51,28709	-4905,904	2630,366	24067892,35	251609,5355	72980,59
-79,53209	-5282,817	6325,353	27908154,82	420153,4771	26843,20
-100,40409	-5561,335	10080,981	30928448,28	558380,7966	6429,956
-72,16809	-5267,822	5208,233	27749946,21	380168,6405	31093,61
-100,29909	-5599,194	10059,908	31350978,55	561594,1137	4908,123
-34,10609	-4895,725	1163,2254	23968124,45	166974,046	88054,52
-5,988091	-4070,154	35,857233	16566152,39	24372,45129	222639,9
70,30191	-3456,855	4942,358	11949844,313	-243023,4838	478056,8
256,6129	13078,81	65850,19	171055379,0	3356192,541	7473439

Tablo A.2. Devamı.

84,06691	-2881,696	7067,245	8304173,442	-242255,2991	638621,0
-60,46609	-5056,695	3656,148	25570167,54	305758,5988	53374,05
-99,97509	-5564,611	9995,019	30964892,10	556322,4593	6363,842
-72,13209	-4882,965	5203,039	23843349,20	352218,4901	57589,56
-94,82109	-5388,079	8991,039	29031394,59	510903,5223	15305,35
-109,1971	-5556,262	11924,00	30872045,42	606727,6271	5196,065
-102,96209	-5461,107	10601,192	29823688,38	562286,9833	9830,225
-62,30909	-5006,670	3882,423	25066744,27	311961,0548	56084,96
-81,80709	-5310,764	6692,400	28204210,01	434458,1206	24196,21
-35,91909	-4434,264	1290,1811	19662693,61	159274,7171	135021,5
-29,80309	-2631,046	888,2242	6922401,595	78413,29486	343281,9
92,8139	13102,70	8614,42	171680691,7	1216112,610	4399800
12,58591	-2264,624	158,4051	5128520,789	-28502,34881	530472,3
-91,12809	-5212,602	8304,329	27171219,00	475014,4636	25271,19
0,0000000	0,0000000	660772,8	17479371541	63649939,76	116855892
0,0000000	0,0000000	10011,710	264838962,74	964393,0267	1770543,82
100,8252744	16398,58	14661,98	1766676643,7	3964760,541	6536130,50
$x = Q_w$					

Tablo A.2. Devamı.

$(x - x_{ort})$	$(y - y_{ort})$	$(x - x_{ort})^2$	$(y - y_{ort})^2$	$(x - x_{ort}) * (y - y_{ort})$	$(x * y)$
-0,0001024	13231,62	0,0000000104845	175075657,65	-1,35483727007	2,463706695
-0,0001024	-666,5011	0,0000000104845	444223,679966	0,06824567045	0,656951496
-0,0001024	-1274,9002	0,0000000104845	1625370,61568	0,13054205766	0,577859605
-0,0000624	-2826,265	0,0000000038930	7987775,6687	0,17634182719	0,491930496
-0,0001024	32866,63	0,0000000104845	1080215121,2	-3,36534333660	5,016258049
-0,0001024	-2409,849	0,0000000104845	5807373,5991	0,24675396212	0,430316228
0,0000376	-4773,112	0,0000000014142	22782602,564	-0,17949795648	0,255652648
0,0000676	-4299,611	0,0000000045706	18486652,510	-0,29067974422	0,426109015
0,0000576	-4965,522	0,0000000033185	24656407,825	-0,28604415601	0,218791142
0,0000576	-3859,054	0,0000000033185	14892300,799	-0,22230492118	0,539666722
0,0000876	-5183,578	0,0000000076748	26869478,415	-0,45411282758	0,171646835
0,0000076	-4427,731	0,000000000579	19604798,604	-0,03367758758	0,310138436
-0,0000224	-4716,793	0,0000000005015	22248135,807	0,10562757563	0,210668044
-0,0001024	15241,43	0,0000000104845	232301232,69	-1,56063020831	2,724982725
-0,0000624	-2322,842	0,0000000038930	5395594,6824	0,14493125928	0,577512471
-0,0001024	8507,894	0,0000000104845	72384256,997	-0,87115676264	1,84962283
-0,0001024	11279,69	0,0000000104845	127231380,61	-1,15497177677	2,209956187
-0,0000724	-2332,096	0,0000000052409	5438671,6865	0,16882961545	0,542060502
0,0000776	-5074,930	0,0000000060227	25754910,423	-0,39384529394	0,199963802
0,0000876	-5505,803	0,0000000076748	30313870,411	-0,48234174103	0,06853465
0,0000876	-4971,109	0,0000000076748	24711921,933	-0,43549925204	0,239636928
0,0000876	-5577,040	0,0000000076748	31103370,933	-0,48858247103	0,04573904
0,0000776	-5432,562	0,0000000060227	29512730,622	-0,42159974109	0,089097737
-0,0000824	2968,319	0,0000000067888	8810915,548	-0,24457146612	1,303243914
-0,0000324	-4339,975	0,0000000010494	18835387,093	0,14058890239	0,27599973
-0,0001024	-49,5876	0,0000000104845	2458,92948	0,00507746910	0,737150249
-0,0001024	-1862,208	0,0000000104845	3467819,2959	0,19067883125	0,501509573
-0,0001024	967,583	0,0000000104845	936216,5273	-0,09907461736	0,869382403
-0,0001024	-2707,978	0,0000000104845	7333146,2632	0,27728056196	0,391559462
0,0000376	-3683,392	0,0000000014142	13567380,276	-0,13851788142	0,549877039

Tablo A.2. Devamı.

0,0000576	-4911,706	0,0000000033185	24124858,811	-0,28294405100	0,234397667
0,0000876	-5419,153	0,0000000076748	29367218,063	-0,47475063666	0,096262794
0,0000726	-4346,699	0,0000000052716	18893790,381	-0,31559667587	0,418848976
0,0000676	-5343,606	0,0000000045706	28554128,887	-0,36126017515	0,11291033
0,0000776	-5575,727	0,0000000060227	31088729,046	-0,43271018986	0,044716678
-0,0000324	-3880,358	0,0000000010494	15057175,030	0,12570006861	0,367923306
0,0000576	-4805,574	0,0000000033185	23093545,075	-0,27683020870	0,265175927
0,0000676	-5182,176	0,0000000045706	26854949,615	-0,35034651464	0,161339393
-0,0000224	-1987,640	0,0000000005015	3950710,8441	0,04451107885	0,783790267
-0,0001024	119823,9	0,0000000104845	14357772117	-12,26924333590	16,32070641
-0,0001024	643,580	0,0000000104845	414195,5190	-0,06589871559	0,827262066
-0,0000324	-3910,221	0,0000000010494	15289831,976	0,12666747745	0,36195053
0,0000376	-4395,681	0,0000000014142	19322015,393	-0,16530426294	0,357559022
0,0000426	-4905,904	0,0000000018153	24067892,353	-0,20902123575	0,223869331
0,0000876	-5282,817	0,0000000076748	27908154,824	-0,46280678104	0,139890298
0,0000976	-5561,335	0,0000000095269	30928448,275	-0,54282001241	0,052350872
0,0000676	-5267,822	0,0000000045706	27749946,211	-0,35613667791	0,135645705
0,0000876	-5599,194	0,0000000076748	31350978,554	-0,49052336884	0,038649493
-0,0000224	-4895,725	0,0000000005015	23968124,452	0,10963457163	0,173092290
-0,0000374	-4070,154	0,0000000013983	16566152,386	0,15219908650	0,321714952
-0,0001024	-3456,855	0,0000000104845	11949844,3125	0,35396096910	0,294205527
-0,0001024	13078,81	0,0000000104845	171055378,98	-1,33919130112	2,443842472
-0,0001024	-2881,696	0,0000000104845	8304173,4415	0,29506823409	0,36897612
0,0000576	-5056,695	0,0000000033185	25570167,544	-0,29129629698	0,192350853
0,0000876	-5564,611	0,0000000076748	30964892,099	-0,48749362111	0,049716299
0,0000776	-4882,965	0,0000000060227	23843349,195	-0,37894769365	0,259472764
0,0000826	-5388,079	0,0000000068238	29031394,587	-0,44508797488	0,104546984
0,0001176	-5556,262	0,0000000138312	30872045,419	-0,65345006441	0,057299305
0,0000826	-5461,107	0,0000000068238	29823688,384	-0,45112052613	0,08154318
0,0000576	-5006,670	0,0000000033185	25066744,266	-0,28841453417	0,206858202
0,0000876	-5310,764	0,0000000076748	28204210,006	-0,46525507773	0,130947367
-0,0000194	-4434,264	0,0000000003761	19662693,610	0,08599783937	0,273856343
-0,0000224	-2631,046	0,0000000005015	6922401,5947	0,05891947846	0,648674964
-0,0001024	13102,70	0,0000000104845	171680691,69	-1,34163685245	2,446947360
-0,0000424	-2264,624	0,0000000017973	5128520,7893	0,09600632257	0,656516568
0,0000776	-5212,602	0,0000000060227	27171218,998	-0,40452950217	0,157285376
0,0000000	0,000000	0,0000004030358	17479371541	-32,9763424394	54,75662064
0,0000000	0,000000	0,0000000061066	264838962,74	-0,4996415521	0,829645767
0,0000787	16398,58	0,0000000037301	1766676643,7	1,574408956	2,112091704
x = D ₅₀					

Tablo A.2. Devamı.

$(x - x_{ort})$	$(y - y_{ort})$	$(x - x_{ort})^2$	$(y - y_{ort})^2$	$(x - x_{ort}) * (y - y_{ort})$	$(x * y)$
0,0130	13231,62	0,000168488	175075657,65	171,75038314	454,838
0,0100	-666,5011	0,000099606	444223,67997	-6,65188268	106,1229
0,0180	-1274,9002	0,000323291	1625370,6157	-22,92309260	128,9071
0,0010	-2826,265	0,000000961	7987775,6687	-2,77059646	34,7245
-0,0010	32866,63	0,000001040	1080215121,2	-33,51399919	385,866
0,0020	-2409,849	0,000003922	5807373,5991	-4,77223185	43,0316
-0,0010	-4773,112	0,000001040	22782602,564	4,86712831	9,4686
-0,0040	-4299,611	0,000016158	18486652,510	17,283132260	9,9425

Tablo A.2. Devamı.

-0,0010	-4965,522	0,000001040	24656407,825	5,063327643	7,5445
-0,0010	-3859,054	0,000001040	14892300,799	3,935066069	18,6092
-0,0020	-5183,578	0,000004079	26869478,415	10,469256298	4,8276
0,0010	-4427,731	0,000000961	19604798,604	-4,34051776	15,5069
-0,0020	-4716,793	0,000004079	22248135,807	9,526492444	9,0286
0,0180	15241,43	0,000323291	232301232,69	274,04555611	607,881
-0,0020	-2322,842	0,000004079	5395594,6824	4,69143683	30,574
0,0010	8507,894	0,000000961	72384256,997	8,34031408	170,734
0,0010	11279,69	0,000000961	127231380,61	11,05751316	203,996
0,0010	-2332,096	0,000000961	5438671,6865	-2,28616076	40,6545
-0,0030	-5074,930	0,000009119	25754910,423	15,324749528	5,1604
-0,0100	-5505,803	0,000100394	30313870,411	55,166481035	0,2142
-0,0010	-4971,109	0,000001040	24711921,933	5,069024501	7,4887
-0,0109	-5577,040	0,000119240	31103370,933	60,899582648	0,0143
-0,0070	-5432,562	0,000049276	29512730,622	38,134939486	1,1496
0,0010	2968,319	0,000000961	8810915,548	2,909851758	104,260
0,0000	-4339,975	0,000000000	18835387,093	0,085484365	15,1800
0,0100	-49,5876	0,000099606	2458,92948	-0,494899215	119,0781
0,0180	-1862,208	0,000323291	3467819,2959	-33,48306733	111,8752
0,0180	967,583	0,000323291	936216,5273	17,397432438	193,9392
-0,0010	-2707,978	0,000001040	7333146,2632	2,76131723	30,1200
-0,0010	-3683,392	0,000001040	13567380,276	3,75594417	20,3658
-0,0010	-4911,706	0,000001040	24124858,811	5,008452034	8,0827
-0,0010	-5419,153	0,000001040	29367218,063	5,525893782	3,0082
-0,0010	-4346,699	0,000001040	18893790,381	4,432315586	13,7328
-0,0010	-5343,606	0,000001040	28554128,887	5,448859208	3,7637
-0,0080	-5575,727	0,000064316	31088729,046	44,715639104	0,4327
-0,0100	-3880,358	0,000100394	15057175,030	38,880007191	1,8396
0,0000	-4805,574	0,000000000	23093545,075	0,094655253	10,0584
-0,0010	-5182,176	0,000001040	26854949,615	5,284249313	5,3780
-0,0010	-1987,640	0,000001040	3950710,8441	2,026789991	37,323
0,0180	119823,9	0,000323291	14357772117	2154,4704153	3640,77
0,0020	643,580	0,000003922	414195,5190	1,274483890	82,726
-0,0010	-3910,221	0,000001040	15289831,976	3,987240988	18,0975
-0,0010	-4395,681	0,000001040	19322015,393	4,48226305	13,2429
-0,0010	-4905,904	0,000001040	24067892,353	5,002535265	8,1407
-0,0010	-5282,817	0,000001040	27908154,824	5,386872425	4,3716
-0,0060	-5561,335	0,000036237	30928448,275	33,477552147	0,7932
-0,0020	-5267,822	0,000004079	27749946,211	10,639403668	4,0694
-0,0080	-5599,194	0,000064316	31350978,554	44,903842810	0,3623
-0,0109	-4895,725	0,000119240	23968124,452	53,459834758	0,0824
-0,0050	-4070,154	0,000025197	16566152,386	20,430938962	9,8989
0,0030	-3456,855	0,000008882	11949844,3125	-10,30247449	31,6837
0,0190	13078,81	0,000360252	171055378,98	248,23985542	563,964
0,0060	-2881,696	0,000035764	8304173,4415	-17,23341699	48,2507
-0,0010	-5056,695	0,000001040	25570167,544	5,156296893	6,6328
-0,0070	-5564,611	0,000049276	30964892,099	39,061880778	0,6215
-0,0010	-4882,965	0,000001040	23843349,195	4,979144823	8,3701
-0,0070	-5388,079	0,000049276	29031394,587	37,822681358	1,3276
-0,0040	-5556,262	0,000016158	30872045,419	22,33448880	1,1460
-0,0100	-5461,107	0,000100394	29823688,384	54,718636083	0,2589
-0,0010	-5006,670	0,000001040	25066744,266	5,105286205	7,1330
-0,0010	-5310,764	0,000001040	28204210,006	5,415369549	4,0921

Tablo A.2. Devamı.

-0,0109	-4434,264	0,000119240	19662693,610	48,420814717	0,1286
-0,0100	-2631,046	0,000100394	6922401,5947	26,362280854	3,089
0,0080	13102,70	0,000063685	171680691,69	104,56349958	357,631
0,0000	-2264,624	0,000000000	5128520,7893	0,04460623	38,009
-0,0070	-5212,602	0,000049276	27171218,998	36,590886051	2,0295
0,000000	0,000000	0,003692404	17479371541	3671,51004625	7831,6472
0,000000	0,000000	0,000055946	264838962,74	55,628940095	118,66132
0,007537	16398,58	0,000096323	1766676643,7	267,429522520	458,98760
x = S					

Tablo A. 3. Hiperbolik fonksiyon Regrasyon analizi

HİPERBOLİK FONKSİYON İÇİN REGRASYON ANALİZİ		
$y = Q_s : x = Q_w$	$y = Q_s : x = D_{50}$	$y = Q_s : x = S$
$\frac{\sum \log(y) = n * \log(a) + b * \sum \log(x)}{\sum \log(x)}$	$\frac{\sum \log(y) = n * \log(a) + b * \sum \log(x)}{\sum \log(x)}$	$\frac{\sum \log(y) = n * \log(a) + b * \sum \log(x)}{\sum \log(x)}$
1,9860	-3,518000000000	0,6006000000
$\frac{\sum (\log(y) * \log(x)) = \log(a) * \sum (\log(x)) + b * \sum (\log(x)^2)}{\sum (\log(x)) + b * \sum (\log(x)^2)}$	$\frac{\sum (\log(y) * \log(x)) = \log(a) * \sum (\log(x)) + b * \sum (\log(x)^2)}{\sum (\log(x)) + b * \sum (\log(x)^2)}$	$\frac{\sum (\log(y) * \log(x)) = \log(a) * \sum (\log(x)) + b * \sum (\log(x)^2)}{\sum (\log(x)) + b * \sum (\log(x)^2)}$
0,1341	0,0000000002014	29040,226540
Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı
$r = \frac{\sum ((\log(y) * \log(x)) - (n * \log(y_{ort}) * \log(x_{ort}))) / (n * S \log(y) * S \log(x))}{S \log(y) * S \log(x)}$	$r = \frac{\sum ((\log(y) * \log(x)) - (n * \log(y_{ort}) * \log(x_{ort}))) / (n * S \log(y) * S \log(x))}{S \log(y) * S \log(x)}$	$r = \frac{\sum ((\log(y) * \log(x)) - (n * \log(y_{ort}) * \log(x_{ort}))) / (n * S \log(y) * S \log(x))}{S \log(y) * S \log(x)}$
0,918279315	-0,858174038	0,478088448

Tablo A.3. Devamı.

$\log(x)$	$\log(y)$	$\log(x) * \log(y)$	$\log(x)^2$
2,480195288	4,277645651	10,60939659	6,151368667
2,355119973	3,703589954	8,722398674	5,546590089
2,439059397	3,647878984	8,897393516	5,949010743
2,223911087	3,461454825	7,697967762	4,945780522
2,542644952	4,586436517	11,66167966	6,465043352
2,302979937	3,519844372	8,106130970	5,303716589
1,968996327	2,976286532	5,860297249	3,876946534
1,817598420	3,152399467	5,729796290	3,303664015
1,920342506	2,877631737	5,526038541	3,687715341
1,903138842	3,269727640	6,222745676	3,621937453
1,773025398	2,729485822	4,839447685	3,143619061
2,080359480	3,111344351	6,472714715	4,327895565
2,131884805	3,001379369	6,398595070	4,544932820
2,544298780	4,321420401	10,99498465	6,473456280
2,200672696	3,531112445	7,770822746	4,842960316
2,355629646	4,153139825	9,783259295	5,548991028

Tablo A.3. Devamı.

2,503993488	4,230440311	10,59299499	6,269983388
2,255954776	3,529927780	7,963357436	5,089331953
1,803777938	2,809589693	5,067875902	3,253614850
1,575361066	2,330760223	3,671788910	2,481762489
1,775923406	2,874403765	5,104720924	3,153903943
1,506816098	2,155137069	3,247395229	2,270494752
1,692044540	2,458504978	4,159899924	2,863014724
2,264274615	3,938934447	8,918829279	5,126939534
2,162367227	3,139878662	6,789570714	4,675832023
2,382051280	3,753612664	8,941297852	5,674168302
2,485766841	3,586335875	8,914794797	6,179036785
2,567984523	3,825267493	9,823227717	6,594544508
2,329088576	3,478854371	8,102559972	5,424653595
1,991815076	3,308901821	6,590720532	3,967327296
1,905088565	2,907555287	5,539150329	3,629362439
1,762198249	2,478308483	4,367270869	3,105342669
1,845792356	3,137757618	5,791649027	3,406949421
1,858061740	2,575612421	4,785646896	3,452393429
1,667499649	2,159107840	3,600311564	2,780555078
2,066475014	3,264727304	6,746477400	4,270318982
1,930500759	2,961136097	5,716475482	3,726833179
1,878705585	2,730619163	5,130029471	3,529534675
2,152022181	3,571980572	7,686981420	4,631199468
2,607030172	5,098795600	13,29271397	6,796606318
2,389341539	3,803699758	9,088337835	5,708952992
2,152019121	3,257619221	7,010458851	4,631186296
1,989294049	3,121983976	6,210544145	3,957290813
1,952545450	2,910661908	5,683199664	3,812433733
1,788196663	2,640637617	4,721979375	3,197647306
1,607798034	2,200409978	3,537814837	2,585014518
1,837386394	2,655284793	4,878784150	3,375988760
1,608921639	2,081993824	3,349764916	2,588628840
2,028693228	2,916058430	5,915787990	4,115596215
2,130166452	3,217436635	6,853675582	4,537609115
2,324772047	3,354707475	7,798930163	5,404565070
2,599390665	4,274129856	11,11013325	6,756831831
2,352188309	3,453054907	8,122235381	5,532789839
1,905634001	2,821696119	5,377120065	3,631440947
1,612370551	2,191348813	3,533266293	2,599738793
1,837613687	2,922730084	5,370848807	3,376824063
1,663842213	2,521000957	4,194547811	2,768370910
1,501593239	2,214081313	3,324649531	2,254782256
1,579486346	2,413077092	3,811422318	2,494777117
1,895571706	2,853274747	5,408586879	3,593192091
1,771800534	2,611946793	4,627848723	3,139277133
2,021259608	3,109143200	6,284385566	4,085490402
2,045843038	3,489807842	7,139599077	4,185473737
2,368751620	4,274681274	10,12565819	5,610984235
2,186170620	3,538492090	7,735747444	4,779341978
1,697299103	2,705326651	4,591748499	2,880824246
134,8584011	210,1812128	441,646485	281,6923854
2,043309108	3,18456383	6,69161341	4,268066446
0,307220447	0,654221389	2,335629057	1,27148663
$x = Q_w$			

Tablo A.3. Devamı.

log(x)	log(y)	log(x) * log(y)	log(x) ²
-3,886056648	4,277645651	-16,62317332	15,10143627
-3,886056648	3,703589954	-14,39236036	15,10143627
-3,886056648	3,647878984	-14,17586438	15,10143627
-3,769551079	3,461454825	-13,04813077	14,20951533
-3,886056648	4,586436517	-17,82315212	15,10143627
-3,886056648	3,519844372	-13,67831462	15,10143627
-3,568636236	2,976286532	-10,62128397	12,73516458
-3,522878745	3,152399467	-11,10552108	12,41067465
-3,537602002	2,877631737	-10,17991579	12,51462793
-3,537602002	3,269727640	-11,56699505	12,51462793
-3,494850022	2,729485822	-9,539143583	12,21397667
-3,619788758	3,111344351	-11,2624093	13,10287065
-3,677780705	3,001379369	-11,03841513	13,52607092
-3,886056648	4,321420401	-16,79328448	15,10143627
-3,769551079	3,531112445	-13,31070873	14,20951533
-3,886056648	4,153139825	-16,13933663	15,10143627
-3,886056648	4,230440311	-16,43973069	15,10143627
-3,795880017	3,529927780	-13,39918232	14,40870511
-3,508638306	2,809589693	-9,85783402	12,31054276
-3,494850022	2,330760223	-8,145657417	12,21397667
-3,494850022	2,874403765	-10,04561006	12,21397667
-3,494850022	2,155137069	-7,531880833	12,21397667
-3,508638306	2,458504978	-8,626004742	12,31054276
-3,823908741	3,938934447	-15,06212586	14,62227806
-3,698970004	3,139878662	-11,61431699	13,68237909
-3,886056648	3,753612664	-14,58675145	15,10143627
-3,886056648	3,586335875	-13,93670437	15,10143627
-3,886056648	3,825267493	-14,86520617	15,10143627
-3,886056648	3,478854371	-13,51902515	15,10143627
-3,568636236	3,308901821	-11,80826694	12,73516458
-3,537602002	2,907555287	-10,28577341	12,51462793
-3,494850022	2,478308483	-8,661316455	12,21397667
-3,515700161	3,137757618	-11,03141496	12,36014762
-3,522878745	2,575612421	-9,073570254	12,41067465
-3,508638306	2,159107840	-7,575528474	12,31054276
-3,698970004	3,264727304	-12,07612837	13,68237909
-3,537602002	2,961136097	-10,47532099	12,51462793
-3,522878745	2,730619163	-9,61964021	12,41067465
-3,677780705	3,571980572	-13,13696123	13,52607092
-3,886056648	5,098795600	-19,81420854	15,10143627
-3,886056648	3,803699758	-14,78139273	15,10143627
-3,698970004	3,257619221	-12,04983578	13,68237909
-3,568636236	3,121983976	-11,14122515	12,73516458
-3,560667306	2,910661908	-10,3638987	12,67835167
-3,494850022	2,640637617	-9,228632434	12,21397667
-3,48148606	2,200409978	-7,660696667	12,12074519
-3,522878745	2,655284793	-9,35424636	12,41067465
-3,494850022	2,081993824	-7,276256161	12,21397667
-3,677780705	2,916058430	-10,72462343	13,52607092
-3,709965389	3,217436635	-11,93657856	13,76384318

Tablo A.3. Devamı.

-3,886056648	3,354707475	-13,03658328	15,10143627
-3,886056648	4,274129856	-16,60951074	15,10143627
-3,886056648	3,453054907	-13,41876698	15,10143627
-3,537602002	2,821696119	-9,98203784	12,51462793
-3,494850022	2,191348813	-7,658435448	12,21397667
-3,508638306	2,922730084	-10,25480273	12,31054276
-3,501689446	2,521000957	-8,827762445	12,26182898
-3,455931956	2,214081313	-7,651714362	11,94346568
-3,501689446	2,413077092	-8,449846585	12,26182898
-3,537602002	2,853274747	-10,09375046	12,51462793
-3,494850022	2,611946793	-9,128362305	12,21397667
-3,671620397	3,109143200	-11,41559359	13,48079634
-3,67780705	3,489807842	-12,83474794	13,52607092
-3,886056648	4,274681274	-16,61165358	15,10143627
-3,721246399	3,538492090	-13,16760095	13,84767476
-3,508638306	2,705326651	-9,492012718	12,31054276
-241,6756062	210,1812128	-775,6367371	886,6633045
-3,661751608	3,18456383	-11,75207177	13,43429249
0,162066697	0,654221389	2,89240923	1,196614118
$x = D_{50}$			

Tablo A.3. Devamı.

log(x)	log(y)	log(x) * log(y)	log(x) ²	Q _s Hsaplanan
-1,619788758	4,277645651	-6,92888234	2,623715621	
-1,677780705	3,703589954	-6,213811765	2,814948095	Q _s = a * (Q _w) ^b
-1,537602002	3,647878984	-5,608986029	2,364219917	
-1,920818754	3,461454825	-6,648827344	3,689544686	Q _s = 0,1341 * (Q _w) ^{1,986}
-2,000000000	4,586436517	-9,172873035	4,000000000	
-1,886056648	3,519844372	-6,638625877	3,557209678	
-2,000000000	2,976286532	-5,952573064	4,000000000	
-2,15490196	3,152399467	-6,793111791	4,643602457	
-2,000000000	2,877631737	-5,755263474	4,000000000	
-2,000000000	3,269727640	-6,539455281	4,000000000	
-2,045757491	2,729485822	-5,583866065	4,18512371	
-1,920818754	3,111344351	-5,976328579	3,689544686	
-2,045757491	3,001379369	-6,140094326	4,18512371	
-1,537602002	4,321420401	-6,644624661	2,364219917	
-2,045757491	3,531112445	-7,223799735	4,18512371	
-1,920818754	4,153139825	-7,977428864	3,689544686	
-1,920818754	4,230440311	-8,125909088	3,689544686	
-1,920818754	3,529927780	-6,78035148	3,689544686	
-2,096910013	2,809589693	-5,891456759	4,397031603	
-3,000000000	2,330760223	-6,99228067	9,000000000	
-2,000000000	2,874403765	-5,748807529	4,000000000	
-4,000000000	2,155137069	-8,620548277	16,000000000	
-2,397940009	2,458504978	-5,895347448	5,750116285	
-1,920818754	3,938934447	-7,565979155	3,689544686	
-1,958607315	3,139878662	-6,149789314	3,836142614	
-1,677780705	3,753612664	-6,297738903	2,814948095	
-1,537602002	3,586335875	-5,514357221	2,364219917	
-1,537602002	3,825267493	-5,881738956	2,364219917	

Tablo A.3. Devamı.

-2,000000000	3,478854371	-6,957708741	4,000000000
-2,000000000	3,308901821	-6,617803643	4,000000000
-2,000000000	2,907555287	-5,815110575	4,000000000
-2,000000000	2,478308483	-4,956616966	4,000000000
-2,000000000	3,137757618	-6,275515237	4,000000000
-2,000000000	2,575612421	-5,151224842	4,000000000
-2,522878745	2,159107840	-5,447167278	6,364917163
-3,000000000	3,264727304	-9,794181911	9,000000000
-1,958607315	2,961136097	-5,79970282	3,836142614
-2,000000000	2,730619163	-5,461238325	4,000000000
-2,000000000	3,571980572	-7,143961143	4,000000000
-1,537602002	5,098795600	-7,83991832	2,364219917
-1,886056648	3,803699758	-7,173993215	3,557209678
-2,000000000	3,257619221	-6,515238441	4,000000000
-2,000000000	3,121983976	-6,243967953	4,000000000
-2,000000000	2,910661908	-5,821323816	4,000000000
-2,000000000	2,640637617	-5,281275234	4,000000000
-2,301029996	2,200409978	-5,063209363	5,294739041
-2,045757491	2,655284793	-5,432068755	4,18512371
-2,522878745	2,081993824	-5,252617966	6,364917163
-4,000000000	2,916058430	-11,66423372	16,000000000
-2,22184875	3,217436635	-7,148657564	4,936611866
-1,853871964	3,354707475	-6,219198136	3,43684126
-1,522878745	4,274129856	-6,508981512	2,319159673
-1,769551079	3,453054907	-6,110357035	3,13131102
-2,000000000	2,821696119	-5,643392237	4,000000000
-2,397940009	2,191348813	-5,254722993	5,750116285
-2,000000000	2,922730084	-5,845460169	4,000000000
-2,397940009	2,521000957	-6,045209056	5,750116285
-2,15490196	2,214081313	-4,771128161	4,643602457
-3,000000000	2,413077092	-7,239231275	9,000000000
-2,000000000	2,853274747	-5,706549494	4,000000000
-2,000000000	2,611946793	-5,223893586	4,000000000
-4,000000000	3,109143200	-12,4365728	16,000000000
-3,000000000	3,489807842	-10,469423525	9,000000000
-1,721246399	4,274681274	-7,357779751	2,962689166
-1,958607315	3,538492090	-6,93051649	3,836142614
-2,397940009	2,705326651	-6,487211013	5,750116285
-140,4538963	210,1812128	-436,3692201	317,0712096
-2,128089338	3,18456383	-6,61165485	4,804109236
0,528754275	0,654221389	1,465579648	2,883760136
x = S			

Tablo A. 4. Parabolik Fonksiyon Regrasyon analizi.

PARABOLİK FONKSİYON İÇİN REGRASYON ANALİZİ		
$y = Q_s : x = Q_w$	$y = Q_s : x = D_{50}$	$y = Q_s : x = S$
$\sum(y) = n * a_0 + a_1 * \sum(x) + a_2 * \sum(x^2)$	$\sum(y) = n * a_0 + a_1 * \sum(x) + a_2 * \sum(x^2)$	$\sum(y) = n * a_0 + a_1 * \sum(x) + a_2 * \sum(x^2)$
8045,0	27415,0000000	1129,00000
$\sum(x * y) = a_0 * \sum(x) + a_1 * \sum(x^2) + a_2 * \sum(x^3)$	$\sum(x * y) = a_0 * \sum(x) + a_1 * \sum(x^2) + a_2 * \sum(x^3)$	$\sum(x * y) = a_0 * \sum(x) + a_1 * \sum(x^2) + a_2 * \sum(x^3)$
-152,70	-116500000,000	-245046,000
$\sum(x^2 * y) = a_0 * \sum(x^2) + a_1 * \sum(x^3) + a_2 * \sum(x^4)$	$\sum(x^2 * y) = a_0 * \sum(x^2) + a_1 * \sum(x^3) + a_2 * \sum(x^4)$	$\sum(x^2 * y) = a_0 * \sum(x^2) + a_1 * \sum(x^3) + a_2 * \sum(x^4)$
0,6424	8864000000,0	41110000,0
Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı
$r = [1 - \sum S_{ev}^2 / \sum S_y^2]^{0,5}$	$r = [1 - \sum S_{ev}^2 / \sum S_y^2]^{0,5}$	$r = [1 - \sum S_{ev}^2 / \sum S_y^2]^{0,5}$
$\sum S_{ev}^2 = \sum e^2 / (n - N - 1) =$ 139193817,6	$\sum S_{ev}^2 = \sum e^2 / (n - N - 1) =$ 23658270,89	$\sum S_{ev}^2 = \sum e^2 / (n - N - 1) =$ 21322400,42
$\sum e^2 = \sum (y_{geç} - y_{hesap})^2 =$ 8630016691	$\sum e^2 = \sum (y_{geç} - y_{hesap})^2 =$ 1466812795	$\sum e^2 = \sum (y_{geç} - y_{hesap})^2 =$ 1321988826
$\sum S_y^2 = (\sum (y - y_{ort})^2) / n =$ 264838962,7	$\sum S_y^2 = (\sum (y - y_{ort})^2) / n =$ 264838962,7	$\sum S_y^2 = (\sum (y - y_{ort})^2) / n =$ 264838962,7
0,688782203	0,954289904	0,958899988

Tablo A.4. Devamı.

x^2	x^3	x^4	$x^2 * y$	y_{hesap}	e^2
91283,141	27579467	8332611860,2	1729960661,4	20549,88618	2554550,8
51314,482	11624116	2633176035,1	259316350,44	6418,750163	1863981,6
75529,880	20757650	5704762762,1	335735896,75	14599,31197	103108551
28042,852	4696055,9	786401525,86	81147846,452	488,5858678	5784616,3
121699,81	42455588	14810844004	4695981973,7	32954,80010	31717174
40360,810	8108486,7	1628994983,9	133599319,42	3295,354344	218,16732
8669,4721	807214,55	75159746,493	8208790,7509	-603,6281230	2404018,6
4317,1470	283658,15	18637758,435	6131917,5507	785,1817489	403455,71
6929,2306	576803,01	48014236,209	5227773,3342	-214,7156857	939286,42
6401,4401	512172,82	40978435,111	11912566,147	-60,08919197	3690275,3
3516,0156	208485,66	12362365,812	1885977,9770	1249,189232	508073,68
14478,346	1742121,5	209622510,89	18709548,627	-1027,890552	5383021,9
18355,643	2486877,6	336929640,55	18414035,598	-851,5888511	3440171,8
122630,23	42943391	15038174437	2570502082,9	33349,26050	153458950
25196,800	3999614,1	634878741,58	85596860,898	-7,410035460	11590908
51435,065	11665113	2645565896,0	731811309,47	6455,594559	60408233
101856,08	32507267	10374661889	1731519103,3	24743,29619	59963855
32501,960	5859550,9	1056377409,6	110112679,96	1395,045061	3971383,7
4050,9406	257830,22	16410119,818	2613037,0562	928,4273472	80305,825
1414,8882	53221,021	2001908,6892	303027,71816	3210,113696	8975673,9
3563,2542	212701,34	12696780,843	2668397,8151	1218,913430	220945,15
1031,8871	33147,310	1064791,0470	147492,27167	3802,702192	13393900

Tablo A.4. Devamı.

2421,5257	119160,86	5863786,6237	695975,66921	2086,373797	3236263,4
33771,413	6206172,5	1140508329,3	293415922,25	1678,076647	49143130
21121,972	3069740,6	446137682,41	29148292,238	-578,7472724	3836685,6
58090,158	14000832	3374466498,4	329393651,36	8558,516431	8341294,3
93655,585	28661606	8771368606,2	361301326,40	21478,26142	310481861
136763,13	50577058	18704154883	914611248,63	39430,88693	1072125658
45517,369	9711039,7	2071830890,1	137098127,32	4707,118312	2873440,1
9630,0857	945029,20	92738550,377	19612455,573	-753,5420534	7784790,1
6459,1762	519117,53	41720956,679	5220744,2233	-77,97153417	785420,19
3345,0029	193461,59	11189044,374	1006247,8858	1362,272660	1126679,1
4915,6925	344649,04	24164033,187	6750599,3033	496,7384903	768316,83
5201,4386	375132,96	27054963,936	1957653,8401	373,5274830	8,0672063
2162,7150	100577,06	4677336,2794	311965,90857	2333,014632	4790702,2
13581,572	1582796,4	184459087,13	24984883,635	-1025,856404	8210935,1
7261,0849	618731,57	52723354,564	6639534,2325	-302,3514320	1480483,4
5720,1994	432630,12	32720681,450	3076311,6671	170,6497100	134797,85
20139,300	2858028,4	405591387,13	75166604,724	-687,6290569	19536079
163704,40	66235454	26799129537	20552087675	51425,67371	5493510790
60073,520	14723960	3608827781,3	382281108,66	9209,611820	8100043,1
20139,016	2857968,0	405579955,14	36446637,064	-687,6586861	6237063,4
9518,9292	928714,33	90610013,591	12605848,233	-738,2153659	4253939,4
8036,9432	720503,92	64592456,016	6542636,7254	-481,4699877	1678424,6
3770,4512	231520,79	14216302,372	1648279,8263	1090,747061	427179,73
1642,8430	66587,713	2698933,2015	260618,98342	2911,125959	7576184,4
4729,0378	325206,47	22363798,741	2138245,5688	582,0602981	16876,075
1651,3658	67106,551	2727008,9030	199451,40589	2900,567470	7727220,2
11412,649	1219213,3	130248554,91	9406864,4614	-936,4553466	3100079,8
18210,963	2457533,0	331639162,61	30044815,383	-862,8371590	6313447,3
44621,493	9425754,9	1991077605,8	100983767,30	4453,804275	4799100,1
158045,21	62830714	24978287582	2971058387,7	48867,50893	904127964
50626,350	11391081	2563027315,2	143691647,51	6209,409146	11364526,3
6475,4209	521077,12	41931075,832	4295009,4248	-82,95861384	556870,28
1677,8035	68724,510	2815024,6551	260669,31754	2868,076282	7358811,0
4733,9904	325717,48	22410665,259	3962392,1887	579,7446432	66184,906
2126,5932	98067,847	4522398,7446	705806,05991	2369,362988	4151275,0
1007,3641	31972,730	1014782,4723	164917,89831	3845,585411	13556190
1442,0247	54759,445	2079435,1662	373292,94650	3172,726852	8490577,8
6182,2051	486088,24	38219660,257	4409792,5376	10,10567487	494488,09
3496,2386	206729,09	12223684,635	1430697,6413	1261,985403	727225,00
11028,570	1158187,4	121629362,62	14179548,940	-906,3423463	4805095,8
12350,544	1372553,0	152535929,41	38149945,145	-991,0198342	16645978
54639,063	12771881	2985427150,9	1028453151,8	7451,508750	129303354
23569,004	3618360,7	555497972,37	81439168,091	-257,0809195	13782146
2480,8369	123565,52	6154551,5458	1258707,6091	2033,008001	2327564,7
1971729,6	534005297	164763185610	40180377277	377227,0033	8630016691
29874,691	8090989,35	2496411903,2	608793595,1	5715,560656	130757829
40355,797	15034507,6	5659712084,1	2615335319	11665,47508	692570555
$x = Q_w$					

Tablo A.4. Devamı.

x^2	x^3	x^4	x^2*y	y_{hesap}	e^2
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0003203	13768,016	26869438,98
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0000854	13768,016	75943258,85
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0000751	13768,016	86917249,70
0,0000000289	0,000000000049	0,000000000000084	0,0000836	10171,696	52969097,68
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0006521	13768,016	615962130,3
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0000559	13768,016	109367487,7
0,0000000729	0,000000000197	0,0000000000000531	0,0000690	2421,8560	2175608,301
0,0000000900	0,000000000270	0,0000000000000810	0,0001278	442,60000	956021,2320
0,0000000841	0,000000000244	0,0000000000000707	0,0000634	1084,6240	109013,4089
0,0000000841	0,000000000244	0,0000000000000707	0,0001565	1084,6240	602635,0603
0,0000001024	0,000000000328	0,0000000000001049	0,0000549	-788,26400	1754725,069
0,0000000576	0,000000000138	0,0000000000000332	0,0000744	4560,6640	10682572,67
0,0000000441	0,000000000093	0,0000000000000194	0,0000442	6859,0240	34290895,32
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0003542	13768,016	51744853,55
0,0000000289	0,000000000049	0,000000000000084	0,0000982	10171,696	45894714,94
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0002405	13768,016	211463,7945
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0002873	13768,016	10443542,17
0,0000000256	0,000000000041	0,000000000000066	0,0000867	11044,184	58619019,48
0,0000000961	0,000000000298	0,0000000000000924	0,0000620	-181,69600	683499,8938
0,0000001024	0,000000000328	0,0000000000001049	0,0000219	-788,26400	1004875,493
0,0000001024	0,000000000328	0,0000000000001049	0,0000767	-788,26400	2362766,789
0,0000001024	0,000000000328	0,0000000000001049	0,0000146	-788,26400	867130,6479
0,0000000961	0,000000000298	0,0000000000000924	0,0000276	-181,69600	220062,3661
0,0000000225	0,000000000034	0,0000000000000051	0,0001955	11934,400	10537212,20
0,0000000400	0,000000000080	0,0000000000000160	0,0000552	7660,6000	39445953,31
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0000958	13768,016	65571603,07
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0000652	13768,016	98213056,17
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0001130	13768,016	50132900,38
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0000509	13768,016	115691969,2
0,0000000729	0,000000000197	0,0000000000000531	0,0001485	2421,8560	148436,3431
0,0000000841	0,000000000244	0,0000000000000707	0,0000680	1084,6240	76372,73920
0,0000001024	0,000000000328	0,0000000000001049	0,0000308	-788,26400	1186106,638
0,0000000930	0,000000000284	0,0000000000000865	0,0001277	128,23600	1550122,935
0,0000000900	0,000000000270	0,0000000000000810	0,0000339	442,60000	4386,708852
0,0000000961	0,000000000298	0,0000000000000924	0,0000139	-181,69600	106239,0666
0,0000000400	0,000000000080	0,0000000000000160	0,0000736	7660,6000	33883848,54
0,0000000841	0,000000000244	0,0000000000000707	0,0000769	1084,6240	28976,29646
0,0000000900	0,000000000270	0,0000000000000810	0,0000484	442,60000	9062,654452
0,0000000441	0,000000000093	0,0000000000000194	0,0001646	6859,0240	9776186,57
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0021217	13768,016	12493847221
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0001075	13768,016	54826052,23
0,0000000400	0,000000000080	0,0000000000000160	0,0000724	7660,6000	34232414,74
0,0000000729	0,000000000197	0,0000000000000531	0,0000965	2421,8560	1204645,255
0,0000000756	0,000000000208	0,0000000000000572	0,0000616	2080,9000	1604857,501
0,0000001024	0,000000000328	0,0000000000001049	0,0000448	-788,26400	1501657,072
0,0000001089	0,000000000359	0,0000000000001186	0,0000173	-1377,1040	2358506,579
0,0000000900	0,000000000270	0,0000000000000810	0,0000407	442,60000	91,24740428
0,0000001024	0,000000000328	0,0000000000001049	0,0000124	-788,26400	826360,3865
0,0000000441	0,000000000093	0,0000000000000194	0,0000363	6859,0240	36418509,28
0,0000000380	0,000000000074	0,0000000000000145	0,0000627	8068,0360	41193493,17
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0000382	13768,016	132362644,9
0,0000000169	0,000000000022	0,000000000000029	0,0003177	13768,016	25308669,42

Tablo A.4. Devamı.

0,0000000169	0,0000000000022	0,0000000000000029	0,0000480	13768,016	119459176,2
0,0000000841	0,0000000000244	0,00000000000000707	0,0000558	1084,6240	177531,7749
0,0000001024	0,0000000000328	0,00000000000001049	0,0000159	-788,26400	890432,7353
0,0000000961	0,0000000000298	0,00000000000000924	0,0000804	-181,69600	1037759,707
0,0000000992	0,0000000000313	0,00000000000000985	0,0000329	-487,19600	670910,3756
0,0000001225	0,0000000000429	0,00000000000001501	0,0000201	-2501,6000	7103889,663
0,0000000992	0,0000000000313	0,00000000000000985	0,0000257	-487,19600	556610,3566
0,0000000841	0,0000000000244	0,00000000000000707	0,0000600	1084,6240	137878,4355
0,0000001024	0,0000000000328	0,00000000000001049	0,0000419	-788,26400	1433945,232
0,0000000454	0,0000000000097	0,00000000000000206	0,0000583	6622,0082	28476072,41
0,0000000441	0,0000000000093	0,00000000000000194	0,0001362	6859,0240	14213620,84
0,0000000169	0,0000000000022	0,0000000000000029	0,0003181	13768,016	25549547,28
0,0000000361	0,0000000000069	0,00000000000000130	0,0001247	8479,9040	25246139,30
0,0000000961	0,0000000000298	0,00000000000000924	0,0000488	-181,69600	474814,9574
0,0000039675	0,0000000011034	0,00000000000032093	0,008591187	374191,67	14668127949
0,0000000601	0,0000000000167	0,00000000000000486	0,000130170	5669,5707	222244362,86
0,0000000356	0,0000000000128	0,00000000000000432	0,000270242	6040,8054	1535873226,0
$x = D_{50}$					

Tablo A.4. Devamı.

x^2	x^3	x^4	x^2*y	Y_{hesap}	e^2
0,00057600	0,0000138240	0,0000003317760	10,91611582	18927,256	592,141531
0,00044100	0,0000092610	0,0000001944810	2,228581615	14112,544	82066766,5
0,00084100	0,0000243890	0,0000007072810	3,738307137	28596,176	583275733
0,00014400	0,0000017280	0,0000000207360	0,416694067	4108,2880	1475202,63
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	3,858660037	2789,5400	1281429531
0,00016900	0,0000021970	0,0000000285610	0,559411097	4890,9920	2499141,00
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,094686166	2789,5400	3395463,46
0,00004900	0,0000003430	0,0000000024010	0,069597806	1428,0680	59,3611324
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,075445221	2789,5400	4141582,30
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,186091973	2789,5400	862335,606
0,00008100	0,0000007290	0,0000000065610	0,043448105	2253,4960	2948431,17
0,00014400	0,0000017280	0,0000000207360	0,186083062	4108,2880	7930106,72
0,00008100	0,0000007290	0,0000000065610	0,081257674	2253,4960	1563287,19
0,00084100	0,0000243890	0,0000007072810	17,62854209	28596,176	58289719,5
0,00008100	0,0000007290	0,0000000065610	0,275167707	2253,4960	1307903,71
0,00014400	0,0000017280	0,0000000207360	2,048812981	4108,2880	102405898
0,00014400	0,0000017280	0,0000000207360	2,447951468	4108,2880	166187549
0,00014400	0,0000017280	0,0000000207360	0,487854452	4108,2880	518990,372
0,00006400	0,0000005120	0,0000000040960	0,04128285	1799,6720	1333164,61
0,00000100	0,0000000010	0,0000000000010	0,000214171	925,06400	505369,167
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,07488654	2789,5400	4164352,83
0,00000001	0,0000000000	0,0000000000000	1,42935E-06	1104,9065	925390,127
0,00001600	0,0000000640	0,0000000002560	0,004598593	806,57600	269531,203
0,00014400	0,0000017280	0,0000000207360	1,251114158	4108,2880	20976443,6
0,00012100	0,0000013310	0,0000000146410	0,166979837	3407,8040	4111994,54
0,00044100	0,0000092610	0,0000001944810	2,500640459	14112,544	71270022,8
0,00084100	0,0000243890	0,0000007072810	3,244381159	28596,176	611988932
0,00084100	0,0000243890	0,0000007072810	5,624235394	28596,176	479987589
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,301199586	2789,5400	49486,6099
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,203658163	2789,5400	566946,313

Tablo A.4. Devamı.

0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,080826782	2789,5400	3925439,46
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,030082123	2789,5400	6193721,12
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,137327533	2789,5400	2005805,61
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,037636777	2789,5400	5823400,23
0,00000900	0,0000000270	0,0000000000810	0,001298226	763,85200	383909,924
0,00000100	0,0000000010	0,0000000000010	0,001839617	925,06400	836406,332
0,00012100	0,0000013310	0,0000000146410	0,110642369	3407,8040	6217064,77
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,053779798	2789,5400	5070342,15
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,373233461	2789,5400	888861,669
0,00084100	0,0000243890	0,0000007072810	105,5824161	28596,176	9398860302
0,00016900	0,0000021970	0,0000000285610	1,075440686	4890,9920	2168439,89
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,180975265	2789,5400	959983,256
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,132429267	2789,5400	2146949,73
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,08140703	2789,5400	3902480,55
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,043715718	2789,5400	5533704,93
0,00002500	0,0000001250	0,0000000006250	0,003965975	931,52000	597345,032
0,00008100	0,0000007290	0,0000000065610	0,03662434	2253,4960	3244838,94
0,00000900	0,0000000270	0,0000000000810	0,001087017	763,85200	413542,027
0,00000001	0,0000000000	0,00000000000000	8,24249E-06	1104,9065	78768,6314
0,00003600	0,0000002160	0,0000000012960	0,05939353	1138,6840	261260,285
0,00019600	0,0000027440	0,0000000384160	0,44357141	5755,9160	12199627,8
0,00090000	0,0000270000	0,0000008100000	16,91890942	30776,620	143468453
0,00028900	0,0000049130	0,0000000835210	0,820262297	8844,0080	36068794,7
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,06632788	2789,5400	4520986,68
0,00001600	0,0000000640	0,0000000002560	0,002485815	806,57600	424077,805
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,083700892	2789,5400	3812377,63
0,00001600	0,0000000640	0,0000000002560	0,005310323	806,57600	225321,873
0,00004900	0,0000003430	0,0000000024010	0,008021903	1428,0680	1598595,33
0,00000100	0,0000000010	0,0000000000010	0,000258867	925,06400	443818,124
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,071330414	2789,5400	4310755,33
0,00010000	0,0000010000	0,0000000100000	0,040921052	2789,5400	5665968,42
0,00000001	0,0000000000	0,00000000000000	1,28571E-05	1104,9065	32690,0969
0,00000100	0,0000000010	0,0000000000010	0,003088928	925,06400	4682309,14
0,00036100	0,0000068590	0,0000001303210	6,794984592	11313,836	56382618,1
0,00012100	0,0000013310	0,0000000146410	0,418097393	3407,8040	2260,65620
0,00001600	0,0000000640	0,0000000002560	0,008117955	806,57600	89522,9256
0,01170703	0,0002403310	0,0000057931150	192,4654326	377568,048	13219888260
0,00017738	0,0000036414	0,0000000877745	2,916142918	5720,72799	200301337
0,00023912	0,0000071532	0,0000002100241	13,27013176	8095,46338	1165908432
x = S					

Tablo A.4. Parabolik fonksiyon ile belirlenen Qs formülü

Q _s Hsaplanan
$Q_s = a_0 + a_1 * Q_w + a_2 * Q_w^2$
$Q_s = 8045 - 152,7 * Q_w + 0,6424 * Q_w^2$

Tablo A. 5. Üstel fonksiyon Regrasyon analizi.

ÜSTEL FONKSİYON İÇİN REGRASYON ANALİZİ		
$y = Q_s : x = Q_w$	$y = Q_s : x = D_{50}$	$y = Q_s : x = S$
$\Sigma \log(y) = n * \log(a) + \log(b) * \Sigma(x)$	$\Sigma \log(y) = n * \log(a) + \log(b) * \Sigma(x)$	$\Sigma \log(y) = n * \log(a) + \log(b) * \Sigma(x)$
1,01364527	$b = 10^{-6665}$	$b = 10^{60,61}$
$\Sigma(x * \log(y)) = \log(a) * \Sigma(x) + \log(b) * \Sigma(x^2)$	$\Sigma(x * \log(y)) = \log(a) * \Sigma(x) + \log(b) * \Sigma(x^2)$	$\Sigma(x * \log(y)) = \log(a) * \Sigma(x) + \log(b) * \Sigma(x^2)$
226,464431	50703,17960	328,8516309
Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı
$r = (\Sigma(x * \log(y)) - n * x_{ort} * \log(y)_{ort}) / (n * S_x * S_{\log(y)})$	$r = (\Sigma(x * \log(y)) - n * x_{ort} * \log(y)_{ort}) / (n * S_x * S_{\log(y)})$	$r = (\Sigma(x * \log(y)) - n * x_{ort} * \log(y)_{ort}) / (n * S_x * S_{\log(y)})$
0,893365456	-0,86016022	0,687665895

Tablo A.5. Devamı.

$x * \log(y)$	$x * \log(y)$	$x * \log(y)$	Q_s Hsaplanan
1292,41	0,000556	0,10266	
838,963	0,000481	0,07778	$Q_s = a * (b)^{Q_w}$
1002,54	0,000474	0,10579	
579,655	0,000588	0,04154	$Q_s = 226,464431 * (1,01364527)^{Q_w}$
1600,00	0,000596	0,04586	
707,137	0,000458	0,04576	
277,122	0,000804	0,02976	
207,128	0,000946	0,02207	
239,540	0,000835	0,02878	
261,608	0,000948	0,03270	
161,848	0,000873	0,02457	
374,376	0,000747	0,03734	
406,636	0,000630	0,02701	
1513,30	0,000562	0,12532	
560,511	0,000600	0,03178	
941,903	0,000540	0,04984	
1350,14	0,000550	0,05077	
636,386	0,000565	0,04236	
178,822	0,000871	0,02248	
87,6715	0,000746	0,00233	
171,582	0,000920	0,02874	
69,2295	0,000690	0,00022	
120,981	0,000762	0,00983	
723,858	0,000591	0,04727	
456,331	0,000628	0,03454	
904,692	0,000488	0,07883	
1097,53	0,000466	0,10400	
1414,64	0,000497	0,11093	
742,207	0,000452	0,03479	
324,712	0,000893	0,03309	
233,677	0,000843	0,02908	

Tablo A.5. Devamı.

143,335		0,000793		0,02478
219,994		0,000957		0,03138
185,756		0,000773		0,02576
100,409		0,000669		0,00648
380,471		0,000653		0,00326
252,324		0,000859		0,03257
206,522		0,000819		0,02731
506,910		0,000750		0,03572
2062,99		0,000663		0,14787
932,283		0,000494		0,04945
462,295		0,000652		0,03258
304,596		0,000843		0,03122
260,938		0,000800		0,02911
162,146		0,000845		0,02641
89,1870		0,000726		0,01100
182,599		0,000797		0,02390
84,6060		0,000666		0,00625
311,523		0,000612		0,00029
434,187		0,000627		0,01930
708,642		0,000436		0,04697
1699,18		0,000556		0,12822
776,948		0,000449		0,05870
227,062		0,000818		0,02822
89,7598		0,000701		0,00877
201,096		0,000906		0,02923
116,256		0,000794		0,01008
70,2727		0,000775		0,01550
91,6342		0,000760		0,00241
224,344		0,000827		0,02853
154,442		0,000836		0,02612
326,513		0,000662		0,00031
387,833		0,000733		0,00349
999,207		0,000556		0,08122
543,236		0,000672		0,03892
134,747		0,000839		0,01082
33511,38		0,045920		2,53993
507,7482		0,000696		0,03848
461,7152		0,000147		0,03309
$x = Q_w$		$x = D_{50}$		$x = S$

Tablo A. 6. Geometrik fonksiyon Regrasyon analizi.

GEOMETRİK FONKSİYON İÇİN REGRASYON ANALİZİ		
$y = Q_s : x = Q_w$	$y = Q_s : x = D_{50}$	$y = Q_s : x = S$
$\Sigma(1/y) = n * a + b * \Sigma(x)$	$\Sigma(1/y) = n * a + b * \Sigma(x)$	$\Sigma(1/y) = n * a + b * \Sigma(x)$
-0,00001195	16,63000	-0,137000
$\Sigma(x * 1/y) = a * \Sigma(x) + b * \Sigma(x^2)$	$\Sigma(x * 1/y) = a * \Sigma(x) + b * \Sigma(x^2)$	$\Sigma(x * 1/y) = a * \Sigma(x) + b * \Sigma(x^2)$
0,00322800	-0,00231	0,003054
Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı	Korelasyon Kat Sayısı
$r = (\Sigma(x * 1/y) - n * x_{ort} * (1/y)_{ort}) / (n * S_x * S_{1/y})$	$r = (\Sigma(x * 1/y) - n * x_{ort} * (1/y)_{ort}) / (n * S_x * S_{1/y})$	$r = (\Sigma(x * 1/y) - n * x_{ort} * (1/y)_{ort}) / (n * S_x * S_{1/y})$
-0,598844273	0,673648637	-0,513125935

Tablo A.6. Devamı.

0,0000527660	0,0159422508	0,0000527660	0,0000000069	0,0000527660	0,0000012664
0,0001978837	0,0448260034	0,0001978837	0,0000000257	0,0001978837	0,0000041556
0,0002249681	0,0618273188	0,0002249681	0,0000000292	0,0002249681	0,0000065241
0,0003455773	0,0578703704	0,0003455773	0,0000000587	0,0003455773	0,0000041469
0,0000259157	0,0090408327	0,0000259157	0,0000000034	0,0000259157	0,0000002592
0,0003021034	0,0606925751	0,0003021034	0,0000000393	0,0003021034	0,0000039273
0,0010561205	0,0983353787	0,0010561205	0,0000002852	0,0010561205	0,0000105612
0,0007040452	0,0462592889	0,0007040452	0,0000002112	0,0007040452	0,0000049283
0,0013254650	0,1103343572	0,0013254650	0,0000003844	0,0013254650	0,0000132546
0,0005373687	0,0429943316	0,0005373687	0,0000001558	0,0005373687	0,0000053737
0,0018642930	0,1105451201	0,0018642930	0,0000005966	0,0018642930	0,0000167786
0,0007738480	0,0931140312	0,0007738480	0,0000001857	0,0007738480	0,0000092862
0,0009968289	0,1350533731	0,0009968289	0,0000002093	0,0009968289	0,0000089715
0,0000477067	0,0167062270	0,0000477067	0,0000000062	0,0000477067	0,0000013835
0,0002943659	0,0467261771	0,0002943659	0,0000000500	0,0002943659	0,0000026493
0,0000702846	0,0159400552	0,0000702846	0,0000000091	0,0000702846	0,0000008434
0,0000588247	0,0187738428	0,0000588247	0,0000000076	0,0000588247	0,0000007059
0,0002951700	0,0532141337	0,0002951700	0,0000000472	0,0002951700	0,0000035420
0,0015502806	0,0986707082	0,0015502806	0,0000004806	0,0015502806	0,0000124022
0,0046691710	0,1756308661	0,0046691710	0,0000014941	0,0046691710	0,0000046692
0,0013353535	0,0797112540	0,0013353535	0,0000004273	0,0013353535	0,0000133535
0,0069962115	0,2247393024	0,0069962115	0,0000022388	0,0069962115	0,000006996
0,0034793252	0,1712141135	0,0034793252	0,0000010786	0,0034793252	0,0000139173
0,0001150974	0,0211514512	0,0001150974	0,0000000173	0,0001150974	0,0000013812
0,0007246384	0,1053145958	0,0007246384	0,0000001449	0,0007246384	0,0000079710
0,0001763548	0,0425048626	0,0001763548	0,0000000229	0,0001763548	0,0000037035
0,0002592174	0,0793288148	0,0002592174	0,0000000337	0,0002592174	0,0000075173
0,0001495314	0,0552989683	0,0001495314	0,0000000194	0,0001495314	0,0000043364
0,0003320058	0,0708327667	0,0003320058	0,0000000432	0,0003320058	0,0000033201
0,0004910189	0,0481851543	0,0004910189	0,0000001326	0,0004910189	0,0000049102
0,0012372137	0,0994336261	0,0012372137	0,0000003588	0,0012372137	0,0000123721
0,0033242335	0,1922603667	0,0033242335	0,0000010638	0,0033242335	0,0000332423
0,0007281861	0,0510545835	0,0007281861	0,0000002221	0,0007281861	0,0000072819

Tablo A.6. Devamı.

0,0026569757	0,1916237429	0,0026569757	0,0000007971	0,0026569757	0,0000265698
0,0069325364	0,3223976065	0,0069325364	0,0000021491	0,0069325364	0,0000207976
0,0005435915	0,0633501591	0,0005435915	0,0000001087	0,0005435915	0,0000005436
0,0010936136	0,0931890022	0,0010936136	0,0000003171	0,0010936136	0,0000120297
0,0018594343	0,1406327348	0,0018594343	0,0000005578	0,0018594343	0,0000185943
0,0002679288	0,0380225824	0,0002679288	0,0000000563	0,0002679288	0,0000026793
0,0000079653	0,0032228090	0,0000079653	0,0000000010	0,0000079653	0,0000002310
0,0001571449	0,0385160535	0,0001571449	0,0000000204	0,0001571449	0,0000020429
0,0005525617	0,0784151360	0,0005525617	0,0000001105	0,0005525617	0,0000055256
0,0007551201	0,0736732914	0,0007551201	0,0000002039	0,0007551201	0,0000075512
0,0012283951	0,1101243965	0,0012283951	0,0000003378	0,0012283951	0,0000122840
0,0022875067	0,1404620640	0,0022875067	0,0000007320	0,0022875067	0,0000228751
0,0063036200	0,2554983239	0,0063036200	0,0000020802	0,0063036200	0,0000315181
0,0022116439	0,1520903295	0,0022116439	0,0000006635	0,0022116439	0,0000199048
0,0082795394	0,3364556417	0,0082795394	0,0000026495	0,0082795394	0,0000248386
0,0012132256	0,1296088922	0,0012132256	0,0000002548	0,0012132256	0,0000001213
0,0006061266	0,0817955765	0,0006061266	0,0000001182	0,0006061266	0,0000036368
0,0004418680	0,0933393070	0,0004418680	0,0000000574	0,0004418680	0,0000061862
0,0000531949	0,0211475865	0,0000531949	0,0000000069	0,0000531949	0,0000015958
0,0003523263	0,0792744800	0,0003523263	0,0000000458	0,0003523263	0,0000059895
0,0015076616	0,1213215312	0,0015076616	0,0000004372	0,0015076616	0,0000150766
0,0064365209	0,2636463343	0,0064365209	0,0000020597	0,0064365209	0,0000257461
0,0011947304	0,0822022306	0,0011947304	0,0000003704	0,0011947304	0,0000119473
0,0030129994	0,1389444667	0,0030129994	0,0000009491	0,0030129994	0,0000120520
0,0061082765	0,1938705875	0,0061082765	0,0000021379	0,0061082765	0,0000427579
0,0038629840	0,1466929540	0,0038629840	0,0000012168	0,0038629840	0,0000038630
0,0014019265	0,1102292769	0,0014019265	0,0000004066	0,0014019265	0,0000140193
0,0024437299	0,1444953068	0,0024437299	0,0000007820	0,0024437299	0,0000244373
0,0007777801	0,0816801276	0,0007777801	0,0000001657	0,0007777801	0,0000000778
0,0003237369	0,0359778492	0,0003237369	0,0000000680	0,0003237369	0,0000003237
0,0000531274	0,0124185344	0,0000531274	0,0000000069	0,0000531274	0,0000010094
0,0002894063	0,0444302268	0,0002894063	0,0000000550	0,0002894063	0,0000031835
0,0019709398	0,0981685672	0,0019709398	0,0000006110	0,0019709398	0,0000078838
0,1019295132	6,4704448105	0,1019295132	0,0000306240	0,1019295132	0,0006175284
0,0015443866	0,0980370426	0,0015443866	0,0000004640	0,0015443866	0,0000093565
0,0019812100	0,0721303797	0,0019812100	0,0000006525	0,0019812100	0,0000092518
x = Q _w		x = D ₅₀		x = S	

Tablo A. 7. MultiPLY - lineer fonksiyon Regrasyon analizi.

MULTIPLY - LINEER FONKSİYON İÇİN REGRASYON ANALİZİ	x ₁ * y	x ₁ * x ₂
y=Q _s ; x ₁ =Q _w ; x ₂ =D ₅₀ ; x ₃ =S	5725863	0,039277
	1144748	0,029449
	1221626	0,035728
	484580,5	0,028468
$\Sigma(y) = n * a_0 + a_1 * \Sigma(x_1) + a_2 * \Sigma(x_2) + a_3 * \Sigma(x_3)$	13461128	0,045351
	665004,1	0,026117
-69895,00000	88162,29	0,025140
	93324,98	0,019712
$\Sigma(x_1 * y) = a_0 * \Sigma(x_1) + a_1 * \Sigma(x_1^2) + a_2 * \Sigma(x_1 * x_2) + a_3 * \Sigma(x_1 * x_3)$	62802,11	0,024140
	148890,3	0,023203
279,0000000	31806,16	0,018975

Tablo A.7. Devamı.

$\Sigma(x_2 * y) = a_0 * \Sigma(x_2) + a_1 * \Sigma(x_1 * x_2) + a_2 * \Sigma(x_2^2) + a_3 * \Sigma(x_2 * x_3)$		155490,5	0,028878
		135914,0	0,028451
192700000,0		7340391	0,045524
		539243,8	0,026985
$\Sigma(x_3 * y) = a_0 * \Sigma(x_3) + a_1 * \Sigma(x_1 * x_3) + a_2 * \Sigma(x_2 * x_3) + a_3 * \Sigma(x_3^2)$		3226781	0,029483
		5425425	0,041489
-770660,00		610776,8	0,028845
		41055,15	0,019731
Korelasyon Kat Sayısı		8056,034	0,012037
$r = [1 - \Sigma S_{ev}^2 / \Sigma S_v^2]^{0,5}$		44702,02	0,019102
$\Sigma S_{ev}^2 = \Sigma e^2 / (n - N - 1) = 147017232,3$		4591,485	0,010279
$\Sigma e^2 = \Sigma (y_{gec} - y_{hesap})^2 = 9115068403$		14143,26	0,015255
$\Sigma S_v^2 = (\Sigma (y - y_{ort})^2) / n = 264838962,7$		1596648	0,027566
0,666993742		200560,7	0,029067
		1366671	0,031332
1180600	0,039784		
2473159	0,048076		
642603,3	0,027735		
199855,9	0,026496		
64959,68	0,023307		
17398,30	0,018508		
96283,08	0,021384		
27144,02	0,021636		
6708,223	0,014417		
214388,9	0,023308		
77917,83	0,024711		
40674,74	0,022690		
529666,8	0,029802		
50795562	0,052599		
1559701	0,031863		
256825,6	0,028382		
129204,6	0,026343		
72980,59	0,024653		
26843,20	0,019649		
6429,956	0,013376		
31093,61	0,020630		
4908,123	0,013004		
88054,52	0,022434		
222639,9	0,026315		
478056,8	0,027461		
7473439	0,051681		
638621,0	0,029250		
53374,05	0,023336		
6363,842	0,013108		
57589,56	0,021329		
15305,35	0,014526		
5196,065	0,011109		
9830,225	0,011962		
56084,96	0,022802		
24196,21	0,018921		
135021,5	0,022369		
343281,9	0,023338		
4399800	0,030388		

Tablo A.7. Devamı.

530472,3	0,029169
25271,19	0,015440
116855892	1,696874
1770543,82	0,025710
6536130,50	0,009488

Tablo A.7. Devamı.

$x_1 * x_3$	$x_2 * y$	$x_2 * x_3$	$x_3 * y$	y_{hesap}	e^2
7,251144	2,463707	0,0000031	454,83816	20954,709	4012485,89
4,757067	0,656951	0,0000027	106,12293	2173,1730	8296128,37
7,969983	0,577860	0,0000038	128,90714	9483,5930	25386674,9
2,009520	0,491930	0,0000020	34,724506	337,42000	6534612,43
3,488550	5,016258	0,0000013	385,86600	44779,945	38357517,7
2,611700	0,430316	0,0000017	43,031623	1188,5200	4501207,06
0,931100	0,255653	0,0000027	9,4686166	405,09000	293516,532
0,459935	0,426109	0,0000021	9,9425437	852,07500	322951,686
0,832420	0,218791	0,0000029	7,5445221	1505,9180	564700,829
0,800090	0,539667	0,0000029	18,609197	603,91100	1580070,95
0,533664	0,171647	0,0000029	4,8275672	1376,6440	706016,097
1,443912	0,310138	0,0000029	15,506922	676,03400	379714,128
1,219347	0,210668	0,0000019	9,0286305	1435,8170	187173,767
10,155394	2,724983	0,0000038	607,88076	30508,754	91151862,0
1,428615	0,577512	0,0000015	30,574190	215,12500	10125169,7
2,721516	1,849623	0,0000016	170,73442	9183,3270	25447393,2
3,829788	2,209956	0,0000016	203,99596	34950,651	322237971
2,163396	0,542061	0,0000019	40,654538	1988,0370	1959555,21
0,509176	0,199964	0,0000025	5,1603562	1434,2330	622818,451
0,037615	0,068535	0,0000003	0,2141708	1492,9250	1635212,35
0,596930	0,239637	0,0000032	7,4886540	716,74700	1031,59156
0,003212	0,045739	0,0000000	0,0142935	654,25100	261444,562
0,196836	0,089098	0,0000012	1,1496482	488,67100	40505,1634
2,205240	1,303244	0,0000018	104,25951	1033,9100	58589575,5
1,598674	0,276000	0,0000022	15,179985	715,92600	440992,485
5,061399	0,737150	0,0000027	119,07812	6216,4410	298175,487
8,874928	0,501510	0,0000038	111,87521	18189,788	205406856
10,724635	0,869382	0,0000038	193,93915	35985,245	858354525
2,133480	0,391559	0,0000013	30,119959	6973,4920	15693451,7
0,981330	0,549877	0,0000027	20,365816	1806,5070	52934,3336
0,803690	0,234398	0,0000029	8,0826782	704,35100	10798,7051
0,578360	0,096263	0,0000032	3,0082123	198,64400	10440,1863
0,701120	0,418849	0,0000031	13,732753	733,14800	409762,999
0,721210	0,112910	0,0000030	3,7636777	330,15900	2135,25003
0,139515	0,044717	0,0000009	0,4327420	504,91500	130081,155
0,116540	0,367923	0,0000002	1,8396165	389,00000	2104288,32
0,937332	0,265176	0,0000032	10,058397	1284,8880	137261,546
0,756320	0,161339	0,0000030	5,3779798	1309,7280	595875,963
1,419130	0,783790	0,0000021	37,323346	2459,1270	1621057,61
11,733516	16,32071	0,0000038	3640,7730	45691,376	6376424859
3,186287	0,827262	0,0000017	82,726207	13520,041	51215301,1
1,419120	0,361951	0,0000020	18,097526	531,84800	1633040,29
0,975650	0,357559	0,0000027	13,242927	1648,0350	104809,094

Tablo A.7. Devamı.

0,896490	0,223869	0,0000028	8,1407030	-14049,529	220926584
0,614040	0,139890	0,0000032	4,3715718	1194,1160	572986,653
0,202660	0,052351	0,0000017	0,7931950	1151,1280	985034,404
0,618912	0,135646	0,0000027	4,0693712	165,33200	82265,9136
0,121911	0,038649	0,0000010	0,3623390	794,74300	454226,576
0,010683	0,173092	0,0000000	0,0824249	300,50400	274308,827
0,809688	0,321715	0,0000012	9,8989216	708,03200	886965,143
2,957332	0,294206	0,0000018	31,683672	3302,1620	1079609,45
11,926470	2,443842	0,0000039	563,96365	42952,371	583395560
3,825051	0,368976	0,0000022	48,250723	4830,6170	3969415,32
0,804700	0,192351	0,0000029	6,6327880	732,53000	4795,72826
0,163844	0,049716	0,0000013	0,6214537	114,47900	1671,53699
0,688040	0,259473	0,0000031	8,3700892	1331,7160	244735,098
0,184460	0,104547	0,0000013	1,3275808	588,94500	66074,6054
0,222173	0,057299	0,0000025	1,1459861	1010,5610	717152,719
0,037974	0,081543	0,0000003	0,2588672	629,58600	137432,400
0,786270	0,206858	0,0000029	7,1330414	218,33300	244996,433
0,591290	0,130947	0,0000032	4,0921052	559,39100	22554,1758
0,010502	0,273856	0,0000000	0,1285711	372,77700	833447,628
0,111133	0,648675	0,0000002	3,0889284	807,44700	5205157,37
4,441250	2,446947	0,0000025	357,63077	5729,7100	171425654
1,688742	0,656517	0,0000021	38,008854	1073,3780	5673792,32
0,199232	0,157285	0,0000012	2,0294887	655,79200	22028,4428
142,93123	54,75662	0,0001443	7831,6472	362806,26	9115068403
2,165625	0,829646	0,0000022	118,66132	5497,0645	138107097,0
2,967550	2,112092	0,0000010	458,98760	11716,415	791483625,6

Tablo A.7. Devamı.

Qs Hsaplanan
$Q_s = a_0 + a_1 * Q_w + a_2 * D_{50} + a_3 * S$
$Q_s = -69895 + 279 * Q_w + 192700000 * D_{50} - 770660 * S$

Tablo A. 8. Multiply non - lineer fonksiyon Regrasyon Analizi.

MULTIPLY NON - LINEER FONKSİYON İÇİN REGRASYON ANALİZİ
$y=Q_s ; x_1=Q_w ; x_2=D_{50} ; x_3=S$
$\Sigma(\log(y)) = n * a_0 + a_1 * \Sigma(\log(x_1)) + a_2 * \Sigma(\log(x_2)) + a_3 * \Sigma(\log(x_3))$
-0,01016
$\Sigma(\log(x_1) * \log(y)) = a_0 * \Sigma(\log(x_1)) + a_1 * \Sigma(\log(x_1)^2) + a_2 * \Sigma(\log(x_1) * \log(x_2)) + a_3 * \Sigma(\log(x_1) * \log(x_3))$
1,79400

Tablo A.8. Devamı.

$\Sigma(\log(x_2) * \log(y)) = a_0 * \Sigma(\log(x_2)) + a_1 * \Sigma(\log(x_1) * \log(x_2)) + a_2 * \Sigma(\log(x_2)^2) + a_3 * \Sigma(\log(x_2) * \log(x_3))$
0,003425
$\Sigma(\log(x_3) * \log(y)) = a_0 * \Sigma(\log(x_3)) + a_1 * \Sigma(\log(x_1) * \log(x_3)) + a_2 * \Sigma(\log(x_2) * \log(x_3)) + a_3 * \Sigma(\log(x_3)^2)$
0,21560
Korelasyon Kat Sayısı
$r = [1 - \log(\Sigma S_{ev}^2) / \log(\Sigma S_v^2)]^{0,5}$
$\Sigma \log(S_{ev}^2) = \log(\Sigma e^2) / (n - N - 1) = 0,993100510$
$\Sigma \log(e^2) = \Sigma(\log(y_{gec}) - \log(y_{hesap}))^2 = 61,57223164$
$\Sigma \log(S_v^2) = (\Sigma \log(y - y_{ort}))^2 / n = 7,261566103$
0,929106451

Tablo A.8. Devamı.

$\log(x_1)$	$\log(x_2)$	$\log(x_3)$	$\log(y)$	$\log(x_1)^2$	$\log(x_2)^2$	$\log(x_3)^2$
2,480195	-3,886057	-1,619789	4,277646	6,151369	15,10144	2,623716
2,355120	-3,886057	-1,677781	3,703590	5,546590	15,10144	2,814948
2,439059	-3,886057	-1,537602	3,647879	5,949011	15,10144	2,364220
2,223911	-3,769551	-1,920819	3,461455	4,945781	14,20952	3,689545
2,542645	-3,886057	-2,000000	4,586437	6,465043	15,10144	4,000000
2,302980	-3,886057	-1,886057	3,519844	5,303717	15,10144	3,557210
1,968996	-3,568636	-2,000000	2,976287	3,876947	12,73516	4,000000
1,817598	-3,522879	-2,154902	3,152399	3,303664	12,41067	4,643602
1,920343	-3,537602	-2,000000	2,877632	3,687715	12,51463	4,000000
1,903139	-3,537602	-2,000000	3,269728	3,621937	12,51463	4,000000
1,773025	-3,494850	-2,045757	2,729486	3,143619	12,21398	4,185124
2,080359	-3,619789	-1,920819	3,111344	4,327896	13,10287	3,689545
2,131885	-3,677781	-2,045757	3,001379	4,544933	13,52607	4,185124
2,544299	-3,886057	-1,537602	4,321420	6,473456	15,10144	2,364220
2,200673	-3,769551	-2,045757	3,531112	4,842960	14,20952	4,185124
2,355630	-3,886057	-1,920819	4,153140	5,548991	15,10144	3,689545
2,503993	-3,886057	-1,920819	4,230440	6,269983	15,10144	3,689545
2,255955	-3,795880	-1,920819	3,529928	5,089332	14,40871	3,689545
1,803778	-3,508638	-2,096910	2,809590	3,253615	12,31054	4,397032
1,575361	-3,494850	-3,000000	2,330760	2,481762	12,21398	9,000000
1,775923	-3,494850	-2,000000	2,874404	3,153904	12,21398	4,000000
1,506816	-3,494850	-4,000000	2,155137	2,270495	12,21398	16,00000
1,692045	-3,508638	-2,397940	2,458505	2,863015	12,31054	5,750116
2,264275	-3,823909	-1,920819	3,938934	5,126940	14,62228	3,689545
2,162367	-3,698970	-1,958607	3,139879	4,675832	13,68238	3,836143
2,382051	-3,886057	-1,677781	3,753613	5,674168	15,10144	2,814948
2,485767	-3,886057	-1,537602	3,586336	6,179037	15,10144	2,364220
2,567985	-3,886057	-1,537602	3,825267	6,594545	15,10144	2,364220
2,329089	-3,886057	-2,000000	3,478854	5,424654	15,10144	4,000000
1,991815	-3,568636	-2,000000	3,308902	3,967327	12,73516	4,000000
1,905089	-3,537602	-2,000000	2,907555	3,629362	12,51463	4,000000
1,762198	-3,494850	-2,000000	2,478308	3,105343	12,21398	4,000000
1,845792	-3,515700	-2,000000	3,137758	3,406949	12,36015	4,000000
1,858062	-3,522879	-2,000000	2,575612	3,452393	12,41067	4,000000

Tablo A.8. Devamı.

1,667500	-3,508638	-2,522879	2,159108	2,780555	12,31054	6,364917
2,066475	-3,698970	-3,000000	3,264727	4,270319	13,68238	9,000000
1,930501	-3,537602	-1,958607	2,961136	3,726833	12,51463	3,836143
1,878706	-3,522879	-2,000000	2,730619	3,529535	12,41067	4,000000
2,152022	-3,677781	-2,000000	3,571981	4,631199	13,52607	4,000000
2,607030	-3,886057	-1,537602	5,098796	6,796606	15,10144	2,364220
2,389342	-3,886057	-1,886057	3,803700	5,708953	15,10144	3,557210
2,152019	-3,698970	-2,000000	3,257619	4,631186	13,68238	4,000000
1,989294	-3,568636	-2,000000	3,121984	3,957291	12,73516	4,000000
1,952545	-3,560667	-2,000000	2,910662	3,812434	12,67835	4,000000
1,788197	-3,494850	-2,000000	2,640638	3,197647	12,21398	4,000000
1,607798	-3,481486	-2,301030	2,200410	2,585015	12,12075	5,294739
1,837386	-3,522879	-2,045757	2,655285	3,375989	12,41067	4,185124
1,608922	-3,494850	-2,522879	2,081994	2,588629	12,21398	6,364917
2,028693	-3,677781	-4,000000	2,916058	4,115596	13,52607	16,00000
2,130166	-3,709965	-2,221849	3,217437	4,537609	13,76384	4,936612
2,324772	-3,886057	-1,853872	3,354707	5,404565	15,10144	3,436841
2,599391	-3,886057	-1,522879	4,274130	6,756832	15,10144	2,319160
2,352188	-3,886057	-1,769551	3,453055	5,532790	15,10144	3,131311
1,905634	-3,537602	-2,000000	2,821696	3,631441	12,51463	4,000000
1,612371	-3,494850	-2,397940	2,191349	2,599739	12,21398	5,750116
1,837614	-3,508638	-2,000000	2,922730	3,376824	12,31054	4,000000
1,663842	-3,501689	-2,397940	2,521001	2,768371	12,26183	5,750116
1,501593	-3,455932	-2,154902	2,214081	2,254782	11,94347	4,643602
1,579486	-3,501689	-3,000000	2,413077	2,494777	12,26183	9,000000
1,895572	-3,537602	-2,000000	2,853275	3,593192	12,51463	4,000000
1,771801	-3,494850	-2,000000	2,611947	3,139277	12,21398	4,000000
2,021260	-3,671620	-4,000000	3,109143	4,085490	13,48080	16,00000
2,045843	-3,677781	-3,000000	3,489808	4,185474	13,52607	9,000000
2,368752	-3,886057	-1,721246	4,274681	5,610984	15,10144	2,962689
2,186171	-3,721246	-1,958607	3,538492	4,779342	13,84767	3,836143
1,697299	-3,508638	-2,397940	2,705327	2,880824	12,31054	5,750116
134,8584	-241,6756	-140,4539	210,1812	281,6924	886,6633	317,0712
2,043309	-3,661752	-2,128089	3,184564	4,268066	13,43429	4,804109
0,307220	0,162067	0,528754	0,654221	1,271487	1,196614	2,883760

Tablo A.8. Devamı.

$\log(x_1) *$ $\log(y)$	$\log(x_1) *$ $\log(x_2)$	$\log(x_1) *$ $\log(x_3)$	$\log(x_2) *$ $\log(y)$	$\log(x_2) *$ $\log(x_3)$	$\log(x_3) *$ $\log(y)$
10,60940	-9,638179	-4,017392	-16,62317	6,2945909	-6,928882
8,722399	-9,152130	-3,951375	-14,39236	6,5199509	-6,213812
8,897394	-9,478323	-3,750303	-14,17586	5,9752085	-5,608986
7,697968	-8,383146	-4,271730	-13,04813	7,2406244	-6,648827
11,66168	-9,880862	-5,085290	-17,82315	7,7721133	-9,172873
8,106131	-8,949510	-4,343551	-13,67831	7,3293230	-6,638626
5,860297	-7,026632	-3,937993	-10,62128	7,1372725	-5,952573
5,729796	-6,403179	-3,916746	-11,10552	7,5914583	-6,793112
5,526039	-6,793407	-3,840685	-10,17992	7,0752040	-5,755263
6,222746	-6,732548	-3,806278	-11,56700	7,0752040	-6,539455
4,839448	-6,196458	-3,627180	-9,539144	7,1496156	-5,583866

Tablo A.8. Devamı.

6,472715	-7,530462	-3,995994	-11,26241	6,9529581	-5,976329
6,398595	-7,840605	-4,361319	-11,03842	7,5238474	-6,140094
10,994985	-9,887289	-3,912119	-16,79328	5,9752085	-6,644625
7,770823	-8,295548	-4,502043	-13,31071	7,7115874	-7,223800
9,783259	-9,154110	-4,524738	-16,13934	7,4644105	-7,977429
10,59299	-9,730661	-4,809718	-16,43973	7,4644105	-8,125909
7,963357	-8,563334	-4,333280	-13,39918	7,2911975	-6,780351
5,067876	-6,328804	-3,782360	-9,857834	7,3572988	-5,891457
3,671789	-5,505651	-4,726083	-8,145657	10,484550	-6,992281
5,104721	-6,206586	-3,551847	-10,04561	6,9897000	-5,748808
3,247395	-5,266096	-6,027264	-7,531881	13,979400	-8,620548
4,159900	-5,936772	-4,057421	-8,626005	8,4135042	-5,895347
8,918829	-8,658379	-4,349261	-15,06213	7,3450356	-7,565979
6,789571	-7,998532	-4,235228	-11,61432	7,2448297	-6,149789
8,941298	-9,256786	-3,996560	-14,58675	6,5199509	-6,297739
8,914795	-9,659831	-3,822120	-13,93670	5,9752085	-5,514357
9,823228	-9,979333	-3,948538	-14,86521	5,9752085	-5,881739
8,102560	-9,050970	-4,658177	-13,51903	7,7721133	-6,957709
6,590721	-7,108063	-3,983630	-11,80827	7,1372725	-6,617804
5,539150	-6,739445	-3,810177	-10,28577	7,0752040	-5,815111
4,367271	-6,158619	-3,524396	-8,661316	6,9897000	-4,956617
5,791649	-6,489252	-3,691585	-11,03141	7,0314003	-6,275515
4,785647	-6,545726	-3,716123	-9,073570	7,0457575	-5,151225
3,600312	-5,850653	-4,206899	-7,575528	8,8518690	-5,447167
6,746477	-7,643829	-6,199425	-12,07613	11,096910	-9,794182
5,716475	-6,829343	-3,781093	-10,47532	6,9287732	-5,799703
5,130029	-6,618452	-3,757411	-9,619640	7,0457575	-5,461238
7,686981	-7,914666	-4,304044	-13,13696	7,3555614	-7,143961
13,29271	-10,13107	-4,008575	-19,81421	5,9752085	-7,839918
9,088338	-9,285117	-4,506433	-14,78139	7,3293230	-7,173993
7,010459	-7,960254	-4,304038	-12,04984	7,3979400	-6,515238
6,210544	-7,099067	-3,978588	-11,14123	7,1372725	-6,243968
5,683200	-6,952365	-3,905091	-10,36390	7,1213346	-5,821324
4,721979	-6,249479	-3,576393	-9,228632	6,9897000	-5,281275
3,537815	-5,597526	-3,699592	-7,660697	8,0110039	-5,063209
4,878784	-6,472889	-3,758847	-9,354246	7,2069556	-5,432069
3,349765	-5,622940	-4,059114	-7,276256	8,8170828	-5,252618
5,915788	-7,461089	-8,114773	-10,72462	14,711123	-11,664234
6,853676	-7,902844	-4,732908	-11,93658	8,2429820	-7,148658
7,798930	-9,034196	-4,309830	-13,03658	7,2042515	-6,219198
11,11013	-10,10138	-3,958557	-16,60951	5,9179931	-6,508982
8,122235	-9,140737	-4,162317	-13,41877	6,8765757	-6,110357
5,377120	-6,741375	-3,811268	-9,982038	7,0752040	-5,643392
3,533266	-5,634993	-3,866368	-7,658435	8,3804407	-5,254723
5,370849	-6,447522	-3,675227	-10,25480	7,0172766	-5,845460
4,194548	-5,826259	-3,989794	-8,827762	8,3968412	-6,045209
3,324650	-5,189404	-3,235786	-7,651714	7,4471945	-4,771128
3,811422	-5,530871	-4,738459	-8,449847	10,505068	-7,239231
5,408587	-6,705778	-3,791143	-10,09375	7,0752040	-5,706549
4,627849	-6,192177	-3,543601	-9,128362	6,9897000	-5,223894
6,284386	-7,421298	-8,085038	-11,41559	14,686482	-12,43657
7,139599	-7,524162	-6,137529	-12,83475	11,033342	-10,46942
10,12566	-9,205103	-4,077205	-16,61165	6,6888610	-7,357780

Tablo A.8. Devamı.

7,735747	-8,135280	-4,281850	-13,16760	7,2884604	-6,930516
4,591748	-5,955209	-4,070021	-9,492013	8,4135042	-6,487211
441,6465	-496,9026	-281,4957	-775,6367	512,09551	-436,3692
6,691613	-7,528827	-4,265087	-11,75207	7,7590230	-6,611655
2,335629	1,456625	0,882849	2,892409	1,8210877	1,465580

Tablo A.8. Devamı.

y_{hesap}	$\log(y_{\text{hesap}})$	$\log(e^2)$	$\log(y - y_{\text{ort}})^2$	Qs Hsaplanan
542,0180	2,7340	2,38280	8,24323	
406,3838	2,6089	1,19827	5,64760	$Q_s = a_0 + a_1 * Q_w + a_2 * D_{50} + a_3 * S$
493,0357	2,6929	0,91203	6,21095	
300,4157	2,4777	0,96773	6,90243	$Q_s = -0,01016 + 1,794 * Q_w + 0,003425 * D_{50} + 0,2156 * S$
625,8379	2,7965	3,20401	9,03351	
360,4072	2,5568	0,92747	6,76398	
167,0313	2,2228	0,56775	7,35760	
117,8661	2,0714	1,16858	7,26686	
149,3281	2,1741	0,49490	7,39193	
143,5281	2,1569	1,23830	7,17296	
106,3688	2,0268	0,49375	7,42926	
215,8573	2,3342	0,60401	7,29236	
243,0483	2,3857	0,37907	7,34729	
628,2298	2,7981	2,32045	8,36605	
284,7624	2,4545	1,15913	6,73204	
406,8591	2,6094	2,38300	7,85964	
572,5457	2,7578	2,16864	8,10459	
323,4201	2,5098	1,04073	6,73549	
114,1743	2,0576	0,56554	7,41086	
67,47137	1,8291	0,25164	7,48164	
107,0812	2,0297	0,71350	7,39291	
57,61852	1,7606	0,15569	7,49281	
88,2716	1,9458	0,26284	7,47001	
329,6758	2,5181	2,01881	6,94502	
260,7214	2,4162	0,52374	7,27497	
432,3825	2,6359	1,24935	3,39075	
549,0175	2,7396	0,71699	6,54006	
663,4442	2,8218	1,00694	5,97138	
382,7383	2,5829	0,80273	6,86529	
176,0426	2,2456	1,13057	7,13250	
144,1740	2,1589	0,56050	7,38246	
103,7498	2,0160	0,21374	7,46786	
125,7729	2,0996	1,07780	7,27632	
129,3771	2,1119	0,21507	7,45567	
83,4205	1,9213	0,05657	7,49260	
209,0628	2,3203	0,89199	7,17774	
152,8625	2,1843	0,60347	7,36349	
135,6758	2,1325	0,35774	7,42902	
254,5839	2,4058	1,35990	6,59668	
725,8557	2,8609	5,00840	10,15709	
439,7002	2,6432	1,34686	5,61721	

Tablo A.8. Devamı.

254,5821	2,4058	0,72555	7,18440
175,0236	2,2431	0,77244	7,28605
160,8223	2,2063	0,49606	7,38144
110,1508	2,0420	0,35838	7,44573
72,70533	1,8616	0,11482	7,49036
123,3616	2,0912	0,31821	7,44326
72,89327	1,8627	0,04810	7,49625
191,6429	2,2825	0,40141	7,37963
242,0878	2,3840	0,69466	7,21922
378,9538	2,5786	0,60236	7,07736
713,1992	2,8532	2,01901	8,23314
403,6489	2,6060	0,71750	6,91930
144,3552	2,1594	0,43859	7,40773
73,47474	1,8661	0,10576	7,49087
123,4264	2,0914	0,69110	7,37737
82,72101	1,9176	0,36407	7,46287
56,93112	1,7553	0,21043	7,48957
68,11541	1,8332	0,33620	7,47456
141,0488	2,1494	0,49548	7,39910
106,0694	2,0256	0,34381	7,45031
188,3904	2,2751	0,69570	7,29364
199,3627	2,2996	1,41649	6,84026
419,3414	2,6226	2,72948	8,23472
275,4107	2,4400	1,20673	6,70999
89,34626	1,9511	0,56889	7,43411
16686,88	151,61	61,5722	479,263
252,8316	2,2971	0,93291	7,26157
180,8819	0,3072	0,85213	0,81808

Tablo A.8. Devamı.

	$Aa_x = a_x - t * S_a$
$S_{a0} = \log(S_{ev}) * [1/n * \log(x_{ort}^2) / \log(\Sigma(x - x_{ort})^2)]^{1/2}$	$Ua_x = a_x + t * S_a$
	-0,009609512
-0,000329693	-0,010160000
	-0,010710488
$S_{a1} = \log(S_{ev}) / ((\log(\Sigma(x_1 - x_{1ort})^2))^{1/2})$	
	1,79608103
-0,001246351	1,79400000
	1,79191897
$S_{a2} = (\log(S_{ev}) / \log(\Sigma S_{x2})) * [(1 / (n - N - 1) * (1 - r^2))]^{1/2}$	
	0,003482457
0,0000344116	0,003425000
	0,003367543
$S_{a3} = (\log(S_{ev}) / \log(\Sigma S_{x3})) * [1 / (n - N - 1) * (1 - r^2)]^{1/2}$	
	0,215711076
0,0000665242	0,215600000
	0,215488924

Tablo A. 9. Regresyon analizlerinin değerlendirilmesi.

Fonksiyon Türü	Korelasyon Kat Sayısı	Formül
HİPERBOLİK FONKSİYON	0,918279315	$Q_s = 0,1341 * (Q_w)^{1,986}$
PARABOLİK FONKSİYON	0,688782203	$Q_s = 8045 - 152,7 * Q_w + 0,6424 * Q_w^2$
ÜSTEL FONKSİYON	0,893365456	$Q_s = 226,464431 * (1,01364527)^{Q_w}$
MULTIPLY - LINEER FONKSİYON	0,666993742	$Q_s = -69895 + 279 * Q_w + 192700000 * D_{50} - 770660 * S$
MULTIPLY NON - LINEER FONKSİYON	0,929106451	$Q_s = -0,01016 + 1,794 * Q_w + 0,003425 * D_{50} + 0,2156 * S$
Sonuç:		
Önerilen formül:		
İçeriğinde 3 değişkeni (Q_w , D_{50} , S) birden kullanan ve 1'e en yakın olan fonksiyon MULTIPLY NON - LINEER FONKSİYON'dur.		
Bundan dolayı seçilen formül MULTIPLY NON - LINEER FONKSİYON'nun formülüdür.		
$y = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3$		
$Q_s = y$, $Q_w = x_1$, $D_{50} = x_2$, $S = x_3$		
a_0 , a_1 , a_2 , a_3 Regresyon katsayıları olmak üzere ;		
$Q_s = a_0 + a_1 * Q_w + a_2 * D_{50} + a_3 * S$		
$Q_s = -0,01016 + 1,794 * Q_w + 0,003425 * D_{50} + 0,2156 * S$		
Sonuç: Sakarya Nehrinin katı madde taşınım formülünde bu formül kullanılabilir.		

Tablo A. 10. Bu tezde uygulanan matematiksel model yöntemi ile belirlenen sediment miktarları.

Bu Tezde Uygulanan Yöntem İle Belirlenen Sediment Miktarları	
542,018	129,377
406,384	83,4205
493,036	209,063
300,416	152,863
625,838	135,676
360,407	254,584
167,031	725,856
117,866	439,700
149,328	254,582
143,528	175,024
106,369	160,822
215,857	110,151
243,048	72,7053
628,230	123,362
284,762	72,8933
406,859	191,643
572,546	242,088
323,420	378,954
114,174	713,199
67,4714	403,649
107,081	144,355
57,6185	73,4747
88,2716	123,426
329,676	82,7210
260,721	56,9311
432,382	68,1154
549,018	141,049
663,444	106,069
382,738	188,390
176,043	199,363
144,174	419,341
103,750	275,411
125,773	89,3463

EK B

Tablo B. 1. Taşınan Sediment Çaplarına Göre İrilik Modülü Sınıflandırılması.

Adı	Çapı	Adı	Çapı
Kil	< 2 µm	İri Kum	600 µm - 2 mm
İnce Silt	2 - 6 µm	İnce Çakıl	2 - 6 mm
Orta Silt	6 - 20 µm	Orta Çakıl	6 - 20 mm
İri Silt	20 - 60 µm	İri Çakıl	20 - 60 mm
İnce Kum	60 - 200 µm	Taş	60 - 200 mm
Orta Kum	200 - 600 µm	Kaya	> 200 mm

Sakarya nehrinin ortalama dane çapı 0,2 mm olduğundan dane sınıfı iri kum olarak sınıflandırılır.

Sakarya nehri yıllık katı madde taşınım miktarı;

$$Q_s = Q_w * C * 0,0864$$

$$Q_s = 3279,879 \text{ ton/gün}$$

$$Q_s = 3279,879 * 365 = 1.197.156 \text{ ton/yıl'dır.}$$

Birçok bilim adamının çıkarmış olduğu sediment taşınım yöntemi vardır bunlar;

1. Egiazaroff yöntemi
2. Goncharov yöntemi
3. Levi yöntemi
4. Bagnold yöntemi
5. Laursen yöntemi
6. Einstein yöntemi
7. Shen ve Hung yöntemi
8. Yang yöntemi
9. Acaroğlu yöntemi
10. Graf yöntemi
11. Van Rijn yöntemi
12. Samaga yöntemi
13. Şentürk yöntemi

14. Wu yöntemi
15. Bu tezde uygulanan matematiksel model yöntemi

7.1. Egiazaroff Yöntemi [50]:

$$q_T = (\gamma * \gamma_s) / (\gamma_s - \gamma) * S^{0,5} * q * K * (\tau_o / \tau_{kr} - 1)$$

q_T = Birim genişlikten geçen toplam katı madde

$$\gamma = \text{Suyun özgül ağırlığı} = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_s = \text{Tanenin özgül ağırlığı} = 2,5 \text{ t/m}^3$$

$$q = \text{Debi(ortalama)} = 1,409 \text{ t/sn*m}$$

$$K = 0,015$$

τ_o = Ortalama kayma gerilmesi

τ_{kr} = Kritik kayma gerilmesi

$$\tau_{kr} = 0,06 * (\gamma_s - \gamma) * D$$

$$\tau_o = \gamma * R * S$$

$$D = \text{Tane çapı} = 0,0002 \text{ m}$$

$$h = \text{Derinlik} = 1,5 \text{ m}$$

$$L = \text{Genişlik} = 100 \text{ m}$$

$$\tau_{kr} = 0,06 * (2,5 - 1) * 0,0002 = 0,000018 \text{ t/m}^2$$

R = Islak alan / Islak çevre

$$\text{Alan} = 2 * h * L / 3 = 2 * 1,5 * 100 / 3 = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{Çevre} = 0,5 * (L^2 + 16 * h^2)^{0,5} + (L^2 / (8 * h)) * (\ln(4 * a + (L^2 + 16 * h^2)^{0,5}) / L$$

$$\text{Çevre} = 0,5 * (100^2 + 16 * 1,5^2)^{0,5} + (100^2 / (8 * 1,5)) * (\ln(4 * 1,5 + (100^2 + 16 * 1,5^2)^{0,5}) / 100 = 100,06 \text{ m}$$

$$R = 100 / 100,06 = 1 \text{ m (yaklaşık olarak)}$$

$$S = f^{5/3} / 1750 * Q^{1/6}$$

$$f = 8 * D^{0,5} = 8 * (0,2)^{0,5} = 3,58$$

$$S = (3,58)^{5/3} / 1750 * 140,936^{(1/6)} = 0,0110$$

$$\tau_o = 1 * 1 * 0,011 = 0,011 \text{ t/m}^2$$

$$q_T = (\gamma * \gamma_s) / (\gamma_s - \gamma) * S^{0,5} * q * K * (\tau_o / \tau_{kr} - 1)$$

$$q_T = (1 * 2,5) / (2,5 - 1) * 0,0110^{0,5} * 1,409 * 0,015 * (0,011 / 0,000018 - 1)$$

$$q_T = 2,254 \text{ t/sn*m}$$

$$Q_s = q_T * L = 0,175 * 100 = 225,4 \text{ t/sn}$$

$$Q_s = 225,4 * 86400 = 1.947.560 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 1.947.560 * 365 = 7.108.214.400 \text{ t/yıl}$$

7.2. Goncharov Yöntemi [51]:

$$q_T = \gamma_s * (h_B + h_S) * \dot{C}_{or} * V_s$$

h_B = Tabandaki sürüntü hareketinin tabaka kalınlığı

$$h_B = \alpha_1 * (V / V_{kr} - 1) * D$$

h_S = Akımdaki en büyük türbülans çevrilerinin erişebildiği yükseklik

$$h_S = \alpha * \emptyset * (V / V_{kr} - 1) * D$$

\dot{C}_{or} = Ortalama konsantrasyon değeri,

$$\dot{C}_{or} / \dot{C}_a = 1 / (1 + \alpha_3 * V_{kr} / \emptyset * V)$$

\dot{C}_a = Tabandaki konsantrasyon,

$$\dot{C}_a = \alpha_4 * (V^2 / V_{kr}^2) * (1 + \alpha_5 * V_{kr} / V)$$

V_s = Katı tanelerin ortalama hızı,

$$V_s = \alpha * V * (1 - V_{kr}^3 / V^3)$$

V = Hız (m/sn)

V_{kr} = Kritik hız (m/sn)

α = Hızın ortalama değerinde tabanın harekete geçmesi = 1,75

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$, 1,75 ile 3,50 arasında değer verilir.

$\alpha_1 = 2,0 \quad \alpha_2 = 2,25 \quad \alpha_3 = 2,50 \quad \alpha_4 = 2,75 \quad \alpha_5 = 3,00$

$$V_{kr} = (2 * g * \gamma_s * D / \alpha)^{0,5} * \log(8,8 * h / D)$$

$$V_{kr} = (2 * 9,81 * 2,5 * 0,0002 / 1,75)^{0,5} * \log(8,8 * 1,5 / 0,0002) = 0,36 \text{ m/sn}$$

$$V = Q / A = 140,936 / 100 = 1,41 \text{ m/sn}$$

$$h_B = \alpha_1 * (V / V_{kr} - 1) * D$$

$$h_B = 2 * (1,41 / 0,36 - 1) * 0,0002 = 0,0011 \text{ m}$$

$$h_S = \alpha * \emptyset * (V / V_{kr} - 1) * D$$

(\emptyset = ince taneler için 1,25)

$$h_S = 1,75 * 1,25 * (1,41 / 0,36 - 1) * 0,0002 = 0,0012 \text{ m}$$

$$\dot{C}_a = \alpha_4 * (V^2 / V_{kr}^2) * (1 + \alpha_5 * V_{kr} / V)$$

$$\dot{C}_a = 2,75 * (1,41^2 / 0,36^2) * (1 + 3 * 0,36 / 1,41) = 69,11$$

$$\dot{C}_{or} / \dot{C}_a = 1 / (1 + \alpha_3 * V_{kr} / (\emptyset * V))$$

$$\dot{C}_{or} / 69,11 = 1 / (1 + 2,5 * 0,36 / (1,25 * 1,41)) = 45,75$$

$$V_s = \alpha * V * (1 - V_{kr}^3 / V^3)$$

$$V_s = 1,75 * 1,41 * (1 - 0,36^3 / 1,41^3) = 2,43 \text{ m/sn}$$

$$q_T = \gamma_s * (h_B + h_s) * \dot{C}_{or} * V_s$$

$$q_T = 2,5 * (0,0011 + 0,0012) * 45,75 * 2,43$$

$$q_T = 0,64 \text{ t/sn*m}$$

$$Q_s = q_T * L = 0,64 * 100 = 64 \text{ t/sn}$$

$$Q_s = 64 * 86400 = 5.529.600 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 5.529.600 * 365 = 2.018.304.000 \text{ t/yıl}$$

7.3. Levi Yöntemi :

$$q_T = 0,002 * (D / h)^{0,25} * V_{kr} * D * (V / (g * D)^{0,5})^3 * (V / V_{kr} - 1)$$

$$q_T = 0,002 * (0,0002 / 1,5)^{0,25} * 0,36 * 0,0002 * (1,41 / (9,81 * 0,0002)^{0,5})^3 * (1,41 / 0,36 - 1)$$

$$q_T = 0,0015 \text{ t/sn*m}$$

$$Q_s = q_T * L = 0,0015 * 100 = 0,15 \text{ t/sn}$$

$$Q_s = 0,15 * 86400 = 12960 \text{ t/gün}$$

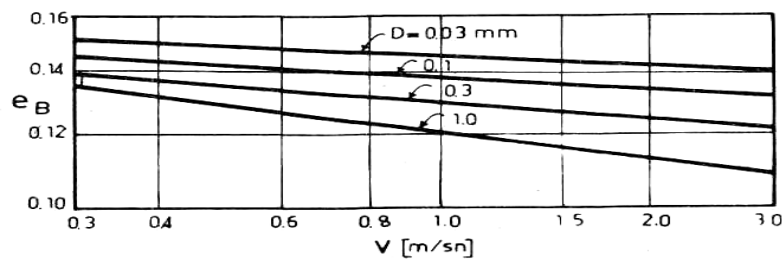
$$Q_s = 12960 * 365 = 4.730.400 \text{ t/yıl}$$

7.4. Bagnold Yöntemi [52]:

Toplam katı madde debisinin hesabı için ileri sürdüğü metoda Bagnold, akımı katı taneleri ileten bir mekanik sistem olarak düşünerek bu sisteme genel fizik prensiplerini uygulamaktadır.

$$q_T = (\gamma_s / \gamma_s - \gamma) * \tau_o * V * (e_B / \text{tg}\alpha + 0,01 * V / W)$$

e_B = Sürüntü malzemesinin taşınmasındaki verimi Şekil B.1 den seçilir.



Şekil B. 1. e_B veriminin tane çapı ve akımın hızı ile değişimi.

$$e_B = 0,122$$

W= Çökme hızı (0,15 ile 1,5mm arasındaki taneler için formül;

$$W = g / D * ((1 + 150 + D^2)^{0,5} - 1)$$

$$W = 9,81 / 0,0002 * ((1 + 150 + 0,0002^2)^{0,5} - 1) = 0,135\text{m/sn}$$

$$q_T = (\gamma_s / \gamma_s - \gamma) * \tau_o * V * (e_B / \text{tg}\alpha + 0,01 * V / W)$$

$$q_T = (2,5 / 2,5 - 1) * 0,011 * 1,41 * (0,135 / \text{tg}1,75 + 0,01 * 1,41 / 0,135)$$

$$q_T = 0,021 \text{ t/sn*m}$$

$$Q_s = q_T * L = 0,021 * 100 = 2,1 \text{ t/sn}$$

$$Q_s = 2,1 * 86400 = 181.440 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 181.440 * 365 = 66.225.600 \text{ t/yıl}$$

7.5. Laursen Yöntemi [53]:

Özellikle çok ince taneler için iyi sonuçlar vermektedir.

$$q_T = (\gamma_s / 100) * i_b * (D / h)^{7/6} * (\tau_o / \tau_{kr} - 1) * f(u^* / W)$$

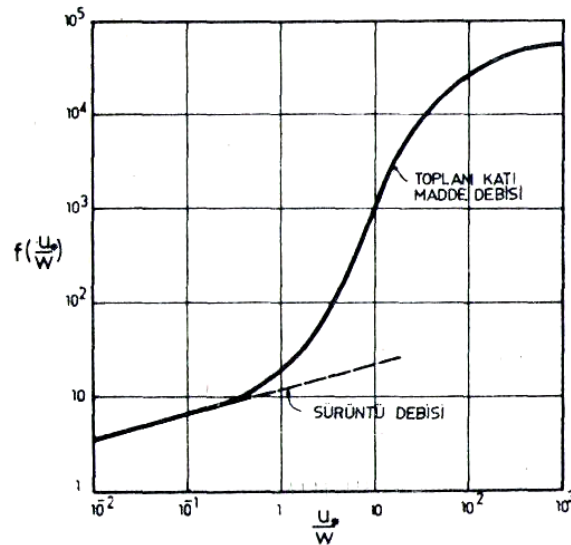
u^* = Tabandaki kayma gerilmesi hızı

$$u^* = (g * S * R)^{0,5} = (9,81 * 0,011 * 1)^{0,5}$$

$$u^* = 0,329 \text{ m/sn}$$

i_b = Göz önüne alınan tane sınıfının tabandaki yüzdesi = 0,518

$$u^* / W = 0,329 / 0,135 = 2,5$$



Şekil B. 2. Fonksiyon u^* / W .

$f(u^* / W) = 40$ (Şekil B.2. den seçildi)

$$q_T = (\gamma_s / 100) * i_b * (D / h)^{7/6} * (\tau_o / \tau_{kr} - 1) * f(u^* / W)$$

$$q_T = (2,5 / 100) * 0,518 * (0,0002 / 1,5)^{7/6} * (0,011 / 0,000018 - 1) * 40$$

$$q_T = 0,0095 \text{ t/sn*m}$$

$$Q_s = q_T * L = 0,0095 * 100 = 0,95 \text{ t/sn}$$

$$Q_s = 0,95 * 86400 = 82.080 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 82.080 * 365 = 29.959.200 \text{ t/yıl}$$

7.6. Einstein Yöntemi [54,62]:

Parametre olarak dane çapını, eğimi, hidrolik yarıçapı, hızı, su derinliğini ve viskoziteyi kullanmaktadır. İri çaplı malzemede iyi, orta çapta vasat değerler verirken, ince çaplı malzemede oldukça büyük değerler vermesi bu formülün en önemli dezavantajıdır.

$$q_T = i_B * q_B * [1 + P * I_1 + I_2]$$

q_B = Birim genişlikten geçen sürüntü maddesi debisidir.

$$q_B = \Phi * \gamma_s * w * D$$

$$\Phi = (4 / \Psi - 0,188)^{1,5}$$

$$\Psi = ((\rho_s - \rho) / \rho) * (D / S * R)$$

$$\rho_s = \gamma_s / g = 2,5 / 9,81 = 0,255 \text{ t*sn}^2/\text{m}^4$$

$$\rho = \gamma / g = 1 / 9,81 = 0,102 \text{ t*sn}^2/\text{m}^4$$

$$\Psi = ((\rho_s - \rho) / \rho) * (D / S * R)$$

$$\Psi = ((0,255 - 0,102) / 0,102) * (0,0002 / 0,011 * 1)$$

$$\Psi = 0,028$$

$$\Phi = (4 / \Psi - 0,188)^{1,5}$$

$$\Phi = (4 / 0,028 - 0,188)^{1,5} = 1704,1$$

$$q_B = \Phi * \gamma_s * W * D$$

$$q_B = 1704,1 * 2,5 * 0,135 * 0,0002 = 0,115 \text{ t/sn*m}$$

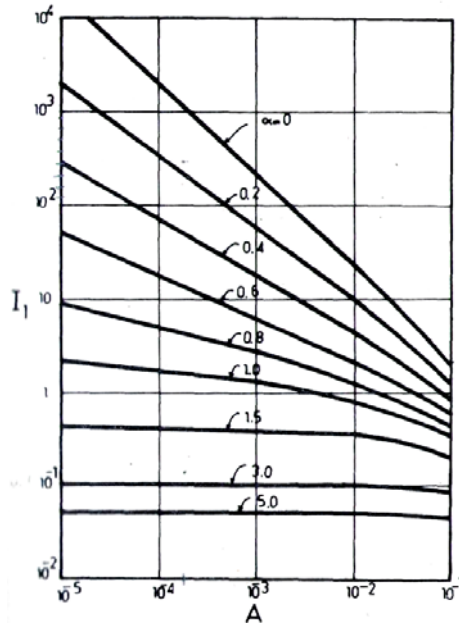
$$A = 2 * D / h = 2 * 0,0002 / 1,5 = 0,0003$$

$k = 0,3$ (karman sabiti)

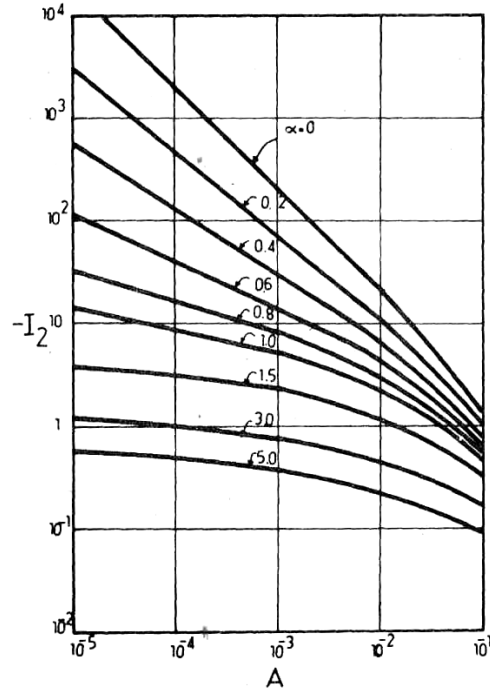
$$\alpha = W / (k * u^*) = 0,135 / (0,3 * 0,329) = 1,4$$

I_1 = Şekil B.3.'den $I_1 = 0,1$ alınır.

$I_2 = \text{Şekil B.3.'den } I_2 = -1 \text{ alınır.}$



Şekil B. 3. I_1 büyüklüğünün A ve α ya bağlı olarak değişimi.



Şekil B. 4. I_2 büyüklüğünün A ve α ya bağlı olarak değişimi.

$$P = 2,30 * \log(30,2 * h / D) = 2,30 * \log(30,2 * 1,5 / 0,0002) = 12,31$$

$$P = 12,31$$

$$i_B = (i_b * \Phi * \gamma_s * ((\rho_s - \rho) / \rho)^{0,5} * (g * D^3)^{0,5}) / q_B$$

$$i_B = (0,518 * 146,45 * 2,5 * ((0,255 - 0,102) / 0,102)^{0,5} * (9,81 * 0,0002^3)^{0,5}) / 0,115$$

$$i_B = 0,018$$

$$q_T = i_B * q_B * [1 + P * I_1 + I_2]$$

$$q_T = 0,018 * 0,115 * [1 + 12,31 * 0,1 - 1]$$

$$q_T = 0,00250 \text{ t/sn*m}$$

$$Q_s = q_T * L = 0,00250 * 100 = 0,250 \text{ t/sn}$$

$$Q_s = 0,250 * 86400 = 21.600 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 21.600 * 365 = 7.884.000 \text{ t/yıl}$$

7.7. Shen ve Hung Yöntemi [55]:

Parametre olarak akım hızı, eğim ve çökme hızını kullanan bu formül özellikle orta çaplı malzemedeki oldukça iyi tahminler verirken, ince ve iri malzeme için verdiği tahmin değerleri de tatminkâr olmuştur.

$$\text{Log}C = 1,074044594 + 3,242147474 * Y - 2,63095891 * Y^2 + 1,095038723 * Y^3$$

$$Y = [v * (S)^{0,57} / W^{0,32}]^{0,00750189}$$

$$Y = [1,41 * (0,011)^{0,57} / 0,135^{0,32}]^{0,00750189} = 0,988$$

$$\text{Log}C = 1,074044594 + 3,242147474 * 0,988 - 2,63095891 * 0,988^2 +$$

$$1,095038723 * 0,988^3$$

$$C = 582 \text{ ppm}$$

$$Q_s = Q_w * C * 0,0864$$

$$Q_s = 140,936 * 582 * 0,0864$$

$$Q_s = 7086,94 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 7086,94 * 365 = 2.586.733 \text{ t/yıl}$$

7.8. Yang Yöntemi [56]:

Çökme hızı, dane çapı, viskozite, akım hızı, eğim ve hidrolik yarıçapı kullanan formül, son yıllarda geliştirilen ve pek çok literatürde önerilen bir formül olmasına rağmen orta çaplı malzemedeki iyi sonuç verirken özellikle ince malzemedeki çok büyük değerler vermiştir.

$$\text{Log}C = 5,435 - 0,286 \log (W * D / \nu) - 0,457 \log (u^*_{kr} / W) + [(1,799 - 0,409 * \log (W * D / \nu) - 0,314 * \log (u^*_{kr} / W))] * \log [(V * S - V_{kr} * S) / W]$$

$$u^*_{kr} = (\tau_{kr} / \rho)^{0,5} = (0,000018 / 0,102)^{0,5} = 0,013 \text{ m/sn}$$

ν = Kinematik viskozite

$$\nu = 1,58 \text{ m}^2/\text{sn} \text{ (Şekil 7.5.'den alınır.)}$$

Sıcaklık °C	Özgül Ağırlık γ Kg/m ³	Özgül Kütle ρ Kg.sn ² /m ⁴	Esneklik Modülü E Kg/m ²	Dinamik Viskozite $\mu \times 10^6$ Kg.sn/m ²	Kinematik Viskozite $\nu \times 10^6$ m ² /sn	Buhar basıncı kg/m ²
0	999.9	101.92	1.99×10^6	182.6	1.79	62.3
4	1000	101.94	2.02×10^6	160.5	1.58	82.9
10	999.7	101.91	2.07×10^6	132.8	1.30	125.1
20	998.2	101.76	2.15×10^6	102.6	1.01	238.3
30	995.6	101.50	2.19×10^6	81.5	0.80	432.5
40	992.2	101.15	2.20×10^6	66.7	0.66	720.
50	988.1	100.72	2.22×10^6	56.1	0.56	1210.
60	983.2	100.23	2.23×10^6	48.1	0.48	1960.
70	977.8	99.68	2.24×10^6	41.6	0.42	3070.
80	971.8	99.07	2.25×10^6	36.5	0.37	4670.
90	965.3	98.40	—	32.1	0.33	6920.
100	958.4	97.69	—	28.1	0.29	10000.
150	917.2	93.50	—	—	—	42750.

Şekil B. 5. Suyun belirli sıcaklıklardaki özellikleri.

$$\text{Log}C = 5,435 - 0,286 \log (0,135 * 0,0002 / 1,58) - 0,457 * \log (0,013 / 0,135) + [(1,799 - 0,409 * \log (0,135 * 0,0002 / 1,58) - 0,314 * \log(0,013 / 0,135))] * \log [(1,41 * 0,011 - 0,36 * 0,011) / 0,135]$$

$$C = 1303 \text{ ppm}$$

$$Q_s = Q_w * C * 0,0864$$

$$Q_s = 140,936 * 1303 * 0,0864$$

$$Q_s = 15866,462 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 15866,462 * 365 = 5.791.259 \text{ t/yıl}$$

7.9. Acaroğlu Yöntemi [57]:

Parametre olarak malzeme çapını, hidrolik yarıçapı, eğimi ve akım hızını dikkate almıştır. İnce ve iri malzemede iyi tahminler veren bu formülün en önemli dezavantajı, orta irilikteki malzeme için genelde biraz küçük değerler vermesidir.

$$C = [21,44 * (D^{3/2}) / R * v] * (S * R / D)^{2,52}$$

$$C = [21,44 * (0,0002^{3/2}) / 1 * 1,58] * (0,011 * 1 / 0,0002)^{2,52}$$

$$C = 2209,143 \text{ ppm}$$

$$Q_s = Q_w * C * 0,0864$$

$$Q_s = 140,936 * 2209,143 * 0,0864$$

$$Q_s = 26900,448 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 26900,448 * 365 = 9.818.663 \text{ t/yıl}$$

7.10. Graf Yöntemi [58]:

Parametre olarak hidrolik yarıçapı, eğimi, dane çapını ve birim genişlikten akan debiyi dikkate alan bu formül, tüm akarsular için ve tüm dane çaplarında en iyi sonuç veren formüldür. Yalnızca 0,001 m çapındaki malzeme için (iri malzeme) bazı akarsularda ölçüm değerinin biraz altında değerler vermiştir.

$$C = [16,69 * (g * R * S)^{0,5} / q] * (\tau_{kr})^{2,02}$$

$$\tau_{kr} = 0,606 * R * S * \gamma_s / D$$

$$\tau_{kr} = 0,606 * 1 * 0,011 * 2,5 / 0,0002 = 83,325 \text{ t/m}^2$$

$$C = [16,69 * (9,81 * 1 * 0,011)^{0,5} / 1,41] * (83,325)^{2,02}$$

$$C = 29494,037 \text{ ppm}$$

$$Q_s = Q_w * C * 0,0864$$

$$Q_s = 140,936 * 29494,037 * 0,0864$$

$$Q_s = 359145,066 \text{ t/gün}$$

$$Q_s = 359145,066 * 365 = 131.087.949 \text{ t/yıl}$$

7.11. Van Rijn Yöntemi [59]:

$$q_s = F * V * h * Ca$$

F = Sediment yükü düzeltme faktörü

V = Ortalama hız

h = Ortalama su derinliği

Ca = Referans konsantrasyon

$$F = ((a/h)^{Z^*} - (a/h)^{1,2}) / ((1 - a/h)^{Z^*} * (1,2 - Z^*))$$

$$0,01 \leq a/h \leq 0,1$$

$$0 \leq Z^* \leq 3$$

a/h = 0,05 alınır

Z* = 1,5 alınır

$$F = ((0,05)^{1,5} - (0,05)^{1,2}) / ((1 - 0,05)^{1,5} * (1,2 - 1,5))$$

$$F = 0,05862$$

$$q_s = 0,05862 * 1,41 * 1,5 * 69,11$$

$$q_s = 8,568 \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$Q_s = q_s * L = 8,568 * 100 = 856,8 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_s = 856,8 * 86400 = 74.027.520 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$Q_s = 74.027.520 * 365 = 27.020.044.800 \text{ ton/yıl}$$

7.12. Samaga Yöntemi [60]:

$$Q_s = (q_s / (\gamma_s * d)) * (\gamma_f / (\Delta\gamma_s * g * d))^{0,5}$$

γ_s = Askı sediment yükünün özgül ağırlığı

γ_f = Akarsuyun özgül ağırlığı

d = Malzemenin tane çapı

g = Yerçekimi ivmesi

$$\Delta\gamma_s = (\gamma_s - \gamma_f) = (2,5 - 1) = 1,5 \text{ t/m}^3$$

$$Q_s = 28 * \tau_*^6$$

$$\tau_* = \tau_o / (\Delta\gamma_s * d)$$

$$\tau_* = 0,011 / (1,5 * 0,0002) = 37$$

$$28 * 37^6 = (q_s / 2,5 * 0,0002) * (1 / 1,5 * 9,81 * 0,0002)^{0,5}$$

$$q_s = 1948649 \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$Q_s = q_s * L = 1948649 * 100 = 194.864.900 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_s = 194.864.900 * 86400 = 168.363.231.798 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$Q_s = 168.363.231.798 * 365 = 61.452.579.606.270 \text{ ton/yıl}$$

7.13. Şentürk Yöntemi

$$q_s = (2,2 * 10^3 * D^{3/2} * Y^{1,49}) / Q^{1/2}$$

D = Dane çapı

Q = Debi

Y = Bağıntı yardımı ile belirlenen hesap değeri

$$Y = R * S / 1,7 * D$$

$$Y = 1 * 0,011 / (1,7 * 0,0002) = 32,353$$

$$q_s = (2,2 * 10^3 * 0,0002^{3/2} * 32,353^{1,49}) / 140,936^{1/2}$$

$$q_s = 0,0932 \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$Q_s = q_s * L = 0,0932 * 100 = 9,32 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_s = 9,32 * 86400 = 805248 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$Q_s = 805248 * 365 = 293.915.520 \text{ ton/yıl}$$

7.14. Wu Yöntemi [61]:

$$q_s = 0,0000262 * (((\tau_o / \tau_{kr}) - 1) * (V / w))^{1,74}$$

τ_o = Ortalama kayma gerilmesi

τ_{kr} = Kritik kayma gerilmesi

V = Ortalama hız

w = Çökelme hızı

$$q_s = 0,0000262 * (((0,011 / 0,000018) - 1) * (1,41 / 0,135))^{1,74}$$

$$q_s = 109,087 \text{ m}^2/\text{sn}$$

$$Q_s = q_s * L = 109,087 * 100 = 10908,7 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_s = 10908,7 * 86400 = 942.512.412 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$Q_s = 942.512.412 * 365 = 344.017.030.461 \text{ ton/yıl}$$

7.15. Bu Tezde Uygulanan Matematiksel Model Yöntemi

$$Q_s = - 0,01016 + 1,794 * Q_w + 0,003425 * D_{50} + 0,2156 * S$$

Q_w = Akarsuyun debisi

D_{50} = Dane çapı

S = Eğim

$$Q_s = 249,1316 \text{ ton/gün}$$

$$Q_s = 249,1361 * 365 = 90.935 \text{ ton/yıl}$$

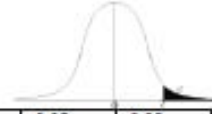
7.16. Hesaplanan Sediment Miktarlarının Değerlendirilmesi

Tablo B. 2. Bilim Adamlarının yöntemlerine göre çıkan sediment miktarlarının karşılaştırılması.

No	Bilim Adamları	Hesaplanan Sediment Miktarı (ton / yıl)	Gerçek Sediment Miktarı (ton / yıl)
1	Bu tezde uygulanan yöntem	90.935	1.197.156
2	Shen ve Hung yöntemi	2.586.733	1.197.156
3	Levi yöntemi	4.730.400	1.197.156
4	Yang yöntemi	5.791.259	1.197.156
5	Einstein yöntemi	7.884.000	1.197.156
6	Acaroğlu yöntemi	9.818.663	1.197.156
7	Laursen yöntemi	29.959.200	1.197.156
8	Bagnold yöntemi	66.225.600	1.197.156
9	Graf yöntemi	131.087.949	1.197.156
10	Şentürk yöntemi	293.915.520	1.197.156
11	Goncharov yöntemi	2.018.304.000	1.197.156
12	Egiazaroff yöntemi	7.108.214.400	1.197.156
13	Van Rijn yöntemi	27.020.044.800	1.197.156
14	Wu yöntemi	344.017.030.461	1.197.156
15	Samaga yöntemi	61.452.579.606.270	1.197.156

Sonuçlar değerlendirildiğinde sediment taşınım miktarı, birçok bilim adamının çıkarmış olduğu sediment taşınım formülleriyle karşılaştırılırsa, en yakın olan bu tezde uygulanan yöntem olduğu görülmektedir. Bu tezde uygulanan yöntem ile Sakarya Nehrinin taşımış olduğu sediment miktarının hesaplanmasında bu yöntem kullanılabilir.

EK C



Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
3.6	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09

Şekil C. 1. Normal Dağılım Tablosu.

ÖZGEÇMİŞ

Gökmen Çeribaşı, 16.01.1986 da Erzincan' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Erzincan'da tamamladı. 2003 yılında Sakarya Üniversitesi, Yapı Eğitimi bölümüne girdi ve 2007 yılında bu bölümden mezun oldu. Ağustos 2007 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisansına başladı. Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta olan Çeribaşı, halen Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.